

La reconnaissance de soi et de visages personnellement familiers :

Détection de transformations faciales liées à l'âge



Mémoire présenté par Christel Devue
en vue de l'obtention du grade de
Licenciée en Sciences Psychologiques

Promoteur : Serge Brédart
Lecteurs : Fabienne Collette
Benoît Dardenne

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord Serge Brédart pour avoir accepté d'être le promoteur de ce mémoire, pour m'avoir permis de découvrir ce domaine de recherche passionnant qu'est la reconnaissance des visages, et plus particulièrement la reconnaissance de soi, et pour m'avoir prodigué des conseils précieux tout au long de ce travail.

Mes remerciements vont également à Fabienne Collette et Benoît Dardenne qui ont accepté d'être les lecteurs de ce mémoire.

Je remercie sincèrement toutes les personnes qui ont accepté de participer à mes expériences parfois longues et difficiles, sans lesquelles ce travail n'aurait pas pu exister, et plus particulièrement celles qui m'ont « prêté » leur visage en toute confiance.

Je remercie Cédric Laloyaux pour le soutien qu'il m'a apporté tout au long de ce travail, pour ses nombreuses relectures et pour ses critiques pertinentes.

Je remercie également Olivier Laloyaux pour son amitié, ses relectures et ses remarques d'une grande aide.

Je remercie aussi Carole Betsch pour sa patience lors de mes nombreuses incursions dans son bureau pour sauvegarder mon matériel et mes données.

Je remercie tout spécialement mes parents qui m'ont permis de faire les études que j'aimais et m'ont encouragée tout au long de celles-ci.

Enfin, je remercie tous mes amis pour leur présence et leur soutien.

Je m'excuse d'avance pour ceux que j'aurais malencontreusement oublié de remercier.

Table des matières

INTRODUCTION	5
PARTIE THEORIQUE	7
<u>I. RECONNAISSANCE DE SON PROPRE VISAGE</u>	7
<u>1.1. RECONNAISSANCE DE SOI SELON LES ESPÈCES</u>	7
<u>1.1.1. Le test du miroir</u>	7
<u>1.1.2. Extension des résultats aux Pongidés</u>	8
<u>1.1.3. Apparition et disparition de la capacité à se reconnaître chez le chimpanzé</u>	10
<u>1.1.4. Echecs au test du miroir par les autres primates</u>	11
<u>1.1.5. Critiques du test du miroir</u>	11
<u>1.1.6. Flipper plus conscient que Babar ?</u>	13
<u>1.2. ÉMERGENCE DE LA RECONNAISSANCE DE SOI CHEZ L'HUMAIN</u>	14
<u>1.2.1. Les expériences de miroir et la reconnaissance explicite de soi</u>	15
<u>1.2.2. L'apport des expériences vidéos</u>	16
<u>1.3. RECONNAISSANCE DE SOI CHEZ L'ADULTE</u>	19
<u>1.3.1. Les contraintes visuelles spécifiques touchant notre visage</u>	19
<u>1.3.2. Substrats neuronaux de la reconnaissance de soi</u>	22
<u>1.4. RECONNAISSANCE DE SOI ALTÉRÉE</u>	34
<u>II. LES CHANGEMENTS DU VISAGE AU COURS DE LA VIE</u>	36
<u>2.1. DESCRIPTION DE L'ÉVOLUTION DU VISAGE AVEC L'ÂGE</u>	36
<u>2.2. UTILISATION DES INFORMATIONS LIÉES À L'ÂGE</u>	39
<u>III. MESURE DE LA PRECISION DE LA REPRESENTATION DES VISAGES FAMILIERS</u>	41
PARTIE PRATIQUE	43
<u>I. BUT DE NOTRE EXPERIENCE</u>	43
<u>II. HYPOTHESES</u>	44
<u>II. EXPERIENCE 1 : DETECTION DE TRANSFORMATIONS FACIALES</u>	45
<u>3.1. MÉTHODE</u>	45
<u>3.1.1. Participants</u>	45
<u>3.1.2. Matériel</u>	46
<u>3.1.3. Procédure</u>	48
<u>3.1.4. Variables et analyses statistiques</u>	50
<u>3.2. RÉSULTATS</u>	51

<u>3.2.1. Reconnaissance</u>	51
<u>3.2.2. Discrimination perceptive</u>	55
<u>3.2.3. Comparaison des deux tâches</u>	55
<u>3.3. DISCUSSION</u>	56
<u>IV. EXPERIENCE 2 : EVALUATION DE L'AGE</u>	58
<u>4.1. HYPOTHÈSES</u>	58
<u>4.2. MÉTHODE</u>	58
<u>4.2.1. Participants</u>	58
<u>4.2.2. Matériel</u>	58
<u>4.2.3. Procédure</u>	59
<u>4.2.4. Variables et analyses statistiques</u>	60
<u>4.3. RÉSULTATS</u>	60
<u>4.3.1. Proportion de réponses « plus jeune »</u>	60
<u>4.3.2. Comparaison avec le niveau du hasard</u>	61
<u>4.3.3. Analyses complémentaires</u>	62
<u>4.3.4. Temps de réaction</u>	63
<u>4.4. DISCUSSION</u>	63
<u>V. DISCUSSION GENERALE</u>	66
<u>5.1. PERFORMANCES EN RECONNAISSANCE</u>	67
<u>5.2. PERTINENCE DE NOTRE TRANSFORMATION FACIALE</u>	69
<u>5.3. COMPARAISON DES DEUX TÂCHES</u>	71
<u>5.4. UN DERNIER COMMENTAIRE</u>	73
<u>CONCLUSION</u>	74
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	75

INTRODUCTION

Quand nous apercevons notre reflet dans une vitrine au détour d'une rue ou dans le miroir d'une salle de bain, nous n'avons besoin de nous poser aucune question pour savoir que c'est notre image qui nous est renvoyée. Pourtant, bien que nous effectuions cette tâche sans aucun effort, elle est loin d'être aussi simple qu'il n'y paraît de prime abord: en effet, elle n'est réalisable que par des animaux aux capacités cognitives assez élaborées (certains grands singes ou quelques cétacés). De plus, chez l'enfant humain, elle apparaît clairement seulement entre 18 et 24 mois.

Dans ce mémoire nous allons donc tenter de quantifier la connaissance que nous avons de notre propre visage. Autrement dit, nous allons évaluer à quel point la représentation que nous avons de notre visage en mémoire est précise. Nous utiliserons pour cela une méthode psychophysique qui fait appel à des transformations faciales. Par la même occasion, nous étudierons si les différentes apparences, les diverses configurations que notre visage a présentées au cours de notre développement influencent les représentations que nous en avons actuellement. A cette fin, nous effectuerons sur les visages des participants des transformations supposées leur donner une apparence plus juvénile, qu'ils ont connue plus tôt dans leur vie, ou à l'inverse, une apparence qu'ils n'ont jamais rencontrée.

Dans une première partie théorique comportant quatre chapitres, nous allons passer en revue différentes données expérimentales synthétisant les connaissances existant, à notre connaissance, dans le domaine de la reconnaissance de soi. Nous commencerons par un premier chapitre abordant la reconnaissance de soi du point de vue comparatif et chercherons à savoir s'il existe des différences en fonction des espèces quant à la capacité à reconnaître son propre visage. Dans un second chapitre, nous investiguerons cette question de la reconnaissance de soi également mais sous un angle développemental et aborderons l'apparition de cette capacité à se reconnaître chez l'humain. Le troisième chapitre traitera de la reconnaissance de soi chez l'adulte. Nous étudierons cette question d'un point de vue cognitif et comportemental d'une part, et du point de vue des corrélats neuronaux d'autre part. Finalement, dans un quatrième chapitre nous exposerons brièvement les cas dans lesquels la reconnaissance de soi est altérée ou est devenue impossible suite à divers troubles psychologiques ou organiques.

La seconde grande partie théorique, composée de deux chapitres, traitera de l'évolution des caractéristiques de notre visage au cours de notre vie. Dans un premier chapitre, nous aborderons des théories qui tentent de modéliser la façon dont les visages changent au cours du développement. Dans un second chapitre, nous passerons en revue des études portant sur la façon dont les informations liées à l'âge dans les visages sont utilisées.

Dans une troisième et dernière partie théorique, nous exposerons la technique psychophysique que nous avons adaptée afin de répondre aux questions qui nous intéressaient.

Tout cela nous mènera finalement à la partie pratique et aux expériences originales que nous avons réalisées.

PARTIE THEORIQUE

I. Reconnaissance de son propre visage

Notre visage est particulier car nous évoluons en sa compagnie depuis toujours mais nous ne l'avons jamais vu directement, c'est-à-dire tel que les autres personnes le voient (Gregory, 2001). Pour parvenir à le voir, nous sommes forcés d'utiliser divers média : le plus couramment un miroir ou d'autres surfaces réfléchissantes, mais aussi des photographies ou des vidéos. Comme l'a écrit Zazzo (1993, pg 17), « notre visage est partie *invisible* de notre corps » et cela génère le paradoxe qu'il nous faille apprendre à « reconnaître ce qu'on ne connaît pas », à « identifier ce qui reste et restera invisible... ». Une fois apprivoisée, notre image n'en devient cependant pas moins, pour la plupart d'entre nous, l'emblème même de notre personne (McNeill, 1998).

1.1. Reconnaissance de soi selon les espèces

La plupart des spécimens du règne animal sont incapables de reconnaître leur propre image dans un miroir ou même de comprendre le mécanisme inhérent à ce dernier. Ils réagissent généralement à leur reflet comme s'ils étaient face à un congénère. Cependant, certains mammifères posséderaient l'habileté d'identifier correctement leur image : ce sont principalement certains grands singes (Anderson & Gallup, 1999 ; Gallup, 1970 ; Gallup, Anderson, & Shillito, 2002) ou certains cétacés (Delfour & Marten, 2001 ; Reiss & Marino, 2001).

1.1.1. Le test du miroir¹

Gallup (1968, cité par Gallup, 1970) a commencé par constater que certains singes montraient des signes de reconnaissance de soi dans le miroir. Cependant, il n'existait pas à l'époque de moyen objectif pour quantifier cette capacité et en 1970, Gallup a donc tenté de mettre au point une méthodologie pour y parvenir. Dans un premier temps, il exposait des chimpanzés à un miroir et ceux-ci réagissaient de prime abord comme les autres animaux, c'est-à-dire qu'ils se comportaient comme s'ils étaient face à un autre chimpanzé. En

¹ Ce test est parfois aussi appelé « test de la marque » dans la littérature. Nous emploierons donc ces deux termes pour désigner cette tâche.

quelques jours, les réponses sociales diminuaient considérablement alors que les comportements dirigés vers soi (par exemple l'inspection de parties invisibles sans l'aide du miroir, comme l'intérieur de la bouche ou les parties ano-génitales) augmentaient. Les singes étaient alors anesthésiés de façon à ce qu'on puisse leur appliquer une tache de couleur inodore sur l'oreille et sur l'arcade sans qu'ils ne s'en aperçoivent. Le miroir n'était pas réintroduit auprès de l'animal immédiatement après son réveil afin de pouvoir comparer le nombre de fois qu'il touchait la tache avec et sans le miroir. Il s'est avéré qu'une fois que les singes avaient de nouveau le miroir à leur disposition, ils le regardaient pendant plus longtemps qu'auparavant, que le nombre de comportements dirigés vers la marque augmentait et qu'ils inspectaient leur doigt de façon directe ou le reniflaient après avoir touché la tache (voir figure 1a). Gallup a ensuite répété l'expérience avec des macaques et des singes rhésus, et chez ceux-ci, les réponses sociales persistaient sans qu'il n'y ait jamais de comportements dirigés vers soi ou vers la marque (voir figure 1b). De plus, lorsque les chimpanzés n'avaient jamais été exposés à un miroir avant qu'on ne leur applique une tache, ils ne réagissaient pas à celle-ci lorsqu'ils étaient face à un miroir pour la première fois. Selon Gallup, la capacité à se reconnaître dans le miroir a donc été apprise par les premiers chimpanzés et son expérience constitue la première démonstration expérimentale qu'un concept de soi peut exister chez des non-humains. Cette habileté nécessiterait une forme d'intelligence assez avancée et ne pourrait pas s'étendre au-delà des humains et des grands singes.

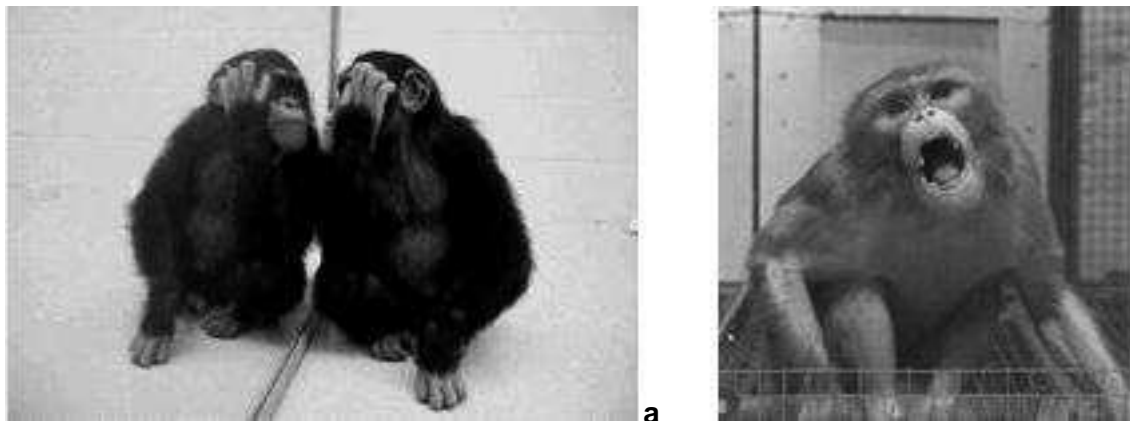


Figure 1. a. Chimpanzé inspectant, à l'aide du miroir, la tache de couleur faite sur l'arcade lors du test du miroir. **b.** Réaction agressive d'un macaque envers son reflet.

1.1.2. Extension des résultats aux Pongidés

En 1981, Suarez et Gallup ont montré que les orangs-outans, contrairement aux gorilles, possédaient comme les chimpanzés cette capacité à passer le test du miroir.

Néanmoins, les gorilles portaient un vif intérêt à leur image et ils pouvaient détecter des taches faites sur des parties de leur corps directement visibles sans miroir. Cependant, comme le spécifient Anderson et Gallup (1999), les résultats concernant les gorilles sont assez inconsistants et certains auteurs rapportent qu'ils ont constaté que leurs gorilles passaient le test du miroir (Swartz & Evans, 1994, cités par Anderson & Gallup, 1999) alors que d'autres ne pouvaient parvenir à cette performance (Ledbetter & Basen, 1982, cités par Anderson & Gallup, 1999). D'autres expériences ont plus tard permis de montrer que les grands singes pouvaient également se reconnaître sur des vidéos ou sur des photographies. Kitchen, Denton et Brent (1996) ont même constaté que les chimpanzés qui réussissaient le test de la marque pouvaient aussi se reconnaître (reconnaissance cette fois évaluée sans répéter le test de la marque) dans des miroirs distordus (concave, convexe ou triptyque) et qu'ils pouvaient donc utiliser des indices de mouvements en plus des indices visuels habituels pour s'attribuer la source de l'image. Les auteurs en ont conclu que les chimpanzés possédaient certaines capacités abstractives qui leur permettaient de se reconnaître alors que leur image était déformée. Plusieurs études ont toutefois montré qu'il existait une grande variabilité individuelle chez les chimpanzés quant à leur comportement face au miroir et que certains d'entre eux parvenaient à passer le test du miroir alors que d'autres en restaient incapables (de Veer, Gallup, Theall, van den Bos, & Povinelli, 2003 ; Kitchen et al., 1996). Par ailleurs, selon Anderson et Gallup (1999), il a été montré que les bonobos possédaient également la capacité de se reconnaître. Puisque, contrairement aux autres primates non humains, des individus des quatre grandes espèces de pongidés ont montré des signes de reconnaissance de soi, il semblerait que cette capacité soit limitée aux humains et aux grands singes (Anderson & Gallup, 1999 ; Gallup, 1998 ; Gallup, Anderson, & Shillito, 2002).

Selon Gallup (1998), la reconnaissance de soi serait un prérequis essentiel à la conception de soi, qui elle-même offrirait la possibilité de raisonner sur l'état mental d'autrui, habileté appelée théorie de l'esprit (ToM pour *Theory of Mind*). Ainsi, les organismes incapables de se reconnaître dans le miroir ne devraient pas pouvoir montrer de stratégies sociales basées sur l'introspection (l'empathie par exemple) alors qu'inversement, les espèces capables de se reconnaître dans le miroir devraient pouvoir inférer les états mentaux d'autres individus sur base de leur propre expérience. Seuls les humains et les grands singes possèderaient donc les capacités cognitives nécessaires pour se reconnaître et pour réfléchir sur les pensées d'autres individus.

Povinelli, Rulf et Bierschwale (1994) n'ont d'ailleurs pas réussi à réfuter cette idée. En effet, ils ont montré que des jeunes chimpanzés qui ne savaient pas se reconnaître dans le

miroir ne réussissaient pas non plus la tâche « voir-savoir » testant la ToM. Dans celle-ci, les animaux devaient choisir entre deux expérimentateurs qui leur indiquaient où était cachée de la nourriture. Cependant, l'un des deux avait vu où elle était cachée alors que l'autre ne pouvait pas le voir (étant absent ou portant un seau sur la tête). Par conséquent, s'ils pouvaient se mettre à la place des autres, les singes auraient dû choisir l'endroit désigné par l'expérimentateur qui pouvait voir. De façon plus problématique pour le modèle de Gallup, un de leur sujet qui avait montré des signes clairs de reconnaissance de soi ne parvenait pas non plus à réussir cette tâche. Cependant, selon eux, cela n'altère en rien le modèle en question puisque chez les humains, le délai entre la reconnaissance de soi et la réussite à cette tâche peut parfois être de deux ans. Si leur singe se reconnaissait depuis peu, il est donc possible qu'il ne possédait pas encore les capacités cognitives pour réaliser la tâche de ToM. Povinelli et al. justifient leur démarche un peu inhabituelle en affirmant que les chimpanzés auraient très bien pu réussir la tâche de ToM tout en ne pouvant pas se reconnaître et que cela aurait alors invalidé le modèle de Gallup selon lequel la reconnaissance de soi est nécessaire pour parvenir à l'attribution d'états mentaux.

1.1.3. Apparition et disparition de la capacité à se reconnaître chez le chimpanzé

En ce qui concerne le développement de la reconnaissance de soi, contrairement à Povinelli, Rulf, Landau et Bierschwale (1993, cités par Povinelli et al., 1994) dont les sujets ne présentaient pas de signe de reconnaissance de soi avant quatre ans et demi, Lin, Bard et Anderson (1992) ont montré que cette capacité pouvait émerger dès deux ans, deux ans et demi chez les chimpanzés. Cela a donc lieu en tout cas plus tardivement chez les chimpanzés que chez les humains (entre 18 et 24 mois, Amsterdam, 1972). Leurs résultats ont également indiqué l'existence d'une sorte de séquence dans l'apprentissage des comportements permettant d'aboutir à la reconnaissance de soi : d'abord, les chimpanzés font des mouvements devant le miroir et observent ceux-ci (comportements contingents) sans se reconnaître, ensuite, ils commencent à avoir des comportements dirigés vers eux-mêmes, avant de finalement se reconnaître et de passer le test de la marque. Récemment, de Veer et al. (2003) ont montré que la capacité à se reconnaître chez les chimpanzés atteignait un pic à l'adolescence (entre 8 et 15 ans) et qu'un déclin pouvait survenir avec l'âge. Ainsi, lors d'une étude longitudinale se déroulant avec huit ans d'intervalle entre les deux évaluations, ils ont découvert que certains singes qui pouvaient se reconnaître étant adolescents, en 1992, n'en étaient plus capables en 2000, alors que l'inverse n'était jamais vrai. Tous les changements se faisaient donc dans la direction négative. La reconnaissance de soi constitue tout de même selon eux un trait stable dans le temps, car deux tiers des

individus avaient conservé cette capacité à se reconnaître alors qu'ils n'avaient été exposés que rarement à des miroirs au cours de presque une décennie entière.

1.1.4. Echechs au test du miroir par les autres primates

Tous les moyens mis en oeuvre et toutes les méthodologies utilisées pour montrer des preuves de reconnaissance de soi chez les prosimiens et les autres anthropoïdes (*monkeys*, selon la classification anglo-saxonne) se sont soldés par des échecs (voir Anderson & Gallup, 1999 ; Gallup, Anderson, & Shillito, 2002). Anderson et Gallup (1997, 1999) ont d'ailleurs reproché à certains auteurs de faire fausse route en se focalisant sur le test du miroir en lui-même, c'est-à-dire en essayant de le faire passer à des singes qui ne montraient aucun comportement spontané d'auto-exploration face au miroir. En effet, le but de Gallup (1970) en construisant ce test était d'obtenir une mesure objective de reconnaissance de soi chez des animaux qui manifestaient déjà spontanément certains signes de cette capacité devant un miroir.

Plusieurs études, résumées par Gallup et al. (2002, voir aussi Anderson & Gallup, 1999) ont ainsi montré que les autres primates persistaient à voir leur reflet comme un congénère (voir figure 1b), malgré les efforts faits pour contrôler leur expérience avec des miroirs et la précocité de celle-ci ou leur attention et leur motivation. Ceux-ci étaient incapables de comprendre la correspondance entre l'environnement réel et l'environnement reflété. Enfin, certains auteurs ont soutenu que chez ces espèces, le contact oculaire était un signe d'agressivité et que cela les empêchait de regarder leur reflet pour apprendre qu'il était le leur. Or, Selon Anderson et Gallup (1999), de nombreux individus parmi les espèces qui échouent au test du miroir restent calmes ou sont même enjoués face à leur reflet.

1.1.5. Critiques du test du miroir

Heyes (1994) a critiqué les conclusions tirées par Gallup (1970) quant à la limitation de la reconnaissance de soi aux grands singes car, selon lui, il serait tout à fait envisageable que les expériences de miroir n'apportent aucune preuve de reconnaissance de soi, y compris chez ceux-ci. Pour lui, l'augmentation des comportements dirigés vers la marque chez certaines espèces de singes et pas chez d'autres pourrait très bien être due au fait que les animaux qui ont tendance au départ à avoir plus de comportements dirigés vers eux-mêmes se touchaient plus le visage que les autres en récupérant de l'anesthésie.

Cependant, cette remarque semble affaiblie quand on regarde attentivement la méthodologie de Gallup (sujets contrôles sans exposition préalable au miroir) ou qu'on s'aperçoit que des auteurs ont obtenu des résultats similaires à ceux de Gallup sans anesthésier leurs sujets (Lin et al., 1992) ou encore en ayant pris la précaution d'attendre la récupération complète de l'anesthésie (24 heures, Kitchen et al., 1996) avant même de procéder à la phase contrôle (dénombrement des comportements dirigés vers la marque sans miroir). Néanmoins, comme le note Heyes (1994), la méthodologie de Gallup semble manquer d'une période contrôle qui aurait lieu avant l'anesthésie elle-même et qui permettrait de vérifier le nombre de comportements dirigés vers l'emplacement des futures marques. Selon lui, il est par ailleurs logique que les chimpanzés contrôles n'aient pas de comportements dirigés vers la marque car ils sont exposés à un miroir pour la première fois et sont donc trop occupés à répondre de façon sociale à leur reflet. Cependant, comme le signalent Anderson et Gallup (1999), les grands singes ne touchent pas simplement leur tête lors du test du miroir, ils touchent spécifiquement la marque en question.

Par ailleurs, des controverses existent également quant aux conclusions qu'on peut tirer sur la conscience de soi à partir de la réussite du test du miroir. Ainsi, toujours selon Heyes (1994), la réussite du test du miroir par certains animaux ne signifie pas que ceux-ci possèdent un concept de soi élaboré comme le pense Gallup (1998). Selon Heyes, il existe une confusion dangereuse entre le terme « soi » se rapportant à la simple distinction soi-autre, soi-monde extérieur et le terme « soi » utilisé pour désigner l'essence même d'un individu. De plus, pour lui, il n'y a pas de relation claire entre l'usage du miroir et la ToM. Il appuie cette affirmation par le fait que les enfants autistes sont capables de se reconnaître dans le miroir mais sont par contre incapables d'inférer des états mentaux chez d'autres personnes. Ce dernier argument est aussi utilisé par Mitchell (1997) pour invalider le modèle de Gallup. Comme Heyes (1994), Mitchell (1997) pense que la conscience de soi nécessaire pour la reconnaissance de soi dans le miroir n'est pas forcément comparable à des formes de conscience plus complexes. Il a donc mis au point une théorie alternative que la possession d'un concept de soi évolué pour expliquer la reconnaissance de soi dans le miroir. Selon lui la reconnaissance de soi émergerait grâce à la relation de contiguïté entre l'image dans le miroir et le propre corps du sujet. Cet appariement kinesthésique-visuel serait donc indispensable mais il devrait en plus être accompagné d'une bonne compréhension de la correspondance du miroir pour que la reconnaissance de soi puisse prendre place. L'étude de Kitchen et al. (1996) montre d'ailleurs, tout à fait dans ce sens, que les chimpanzés se basent sur leurs mouvements face aux miroirs déformés pour savoir qu'ils sont eux-mêmes à l'origine de ceux-ci et ils ne posséderaient donc peut-être pas ces capacités abstractives élaborées que les auteurs leur attribuent.

Ces controverses entourant le test du miroir n'ont cependant pas empêché les chercheurs d'investiguer la reconnaissance de soi chez d'autres espèces en utilisant des adaptations de celui-ci. Il ne faudrait peut-être pas perdre de vue qu'il est seulement une tentative d'objectivation de comportements préexistants spontanément (Anderson & Gallup, 1997, 1999) et que les résultats obtenus à ce test devraient toujours être interprétés dans un contexte comportemental plus large, à l'aide d'autres indices de conscience de soi. De plus, les animaux ne possédant pas de langage leur permettant de verbaliser leurs impressions face aux miroirs ou de débattre avec nous de leur éventuelle conscience, les alternatives à cette façon de procéder semblent rares.

1.1.6. Flipper plus conscient que Babar ?

Certains auteurs (Marten & Psarakos, 1995 ; Reiss & Marino, 2001) ont mis en évidence des signes de reconnaissance de soi chez des dauphins. Cependant, la tâche n'était pas simple puisque ces animaux n'ont pas de mains qui leur permettraient de toucher une tache lors du test de la marque. Il a donc fallu adapter le test et introduire des contrôles supplémentaires. Ainsi, par exemple, Reiss et Marino (2001) ont montré que des dauphins, après avoir choisi parmi différentes surfaces plus ou moins réfléchissantes celle qui l'était le plus, passaient plus de temps devant celle-ci lorsqu'on leur avait appliqué auparavant une marque sur une partie du corps invisible directement que lorsqu'on ne les avait pas touchés du tout (voir figure 2). Ils se dirigeaient également plus rapidement vers le miroir après qu'on les ait touchés avec un vrai ou un faux marqueur que lorsque cela n'était pas le cas. Enfin, ils passaient plus de temps dans la zone du miroir quand celui-ci était présent que lorsqu'il était absent. Reiss et Marino en concluent que la reconnaissance de soi existe aussi chez les dauphins et qu'elle n'est donc pas due à des facteurs caractéristiques aux humains et aux grands singes, mais plutôt à des composantes plus générales telles que le haut degré d'encéphalisation et les capacités cognitives élevées communes à ces espèces. Delfour et Marten (2001) ont également observé des signes d'utilisation assez élaborée du miroir chez des orques et des faux orques qui font partie de la même famille que les dauphins. Par contre, ils n'ont rien pu montrer de semblable chez des lions de mer.

L'éléphant étant réputé pour ses grandes capacités cognitives, Povinelli en a également testé en 1989. Cette fois, la tentative s'est soldée par un échec car les éléphants ne manifestaient aucun comportement auto-exploratoire, même après plusieurs semaines d'exposition à un miroir. Cependant, ces éléphants étaient tout de même capables de localiser à l'aide du miroir de la nourriture cachée qu'ils ne pouvaient pas voir autrement.

Povinelli conclut que l'échec de reconnaissance de soi chez certains primates n'est donc peut-être pas dû à leur incapacité de comprendre le mécanisme inhérent au miroir (déplacement visuel des objets) puisque les éléphants semblent posséder cette habileté sans pouvoir se reconnaître, mais que cette capacité ne serait pas suffisante pour aboutir à la reconnaissance de soi.



Figure 2. De gauche à droite : dauphin marqué au-dessus de l'œil, réactions face à la surface la plus réfléchissante présente dans la piscine (Reiss & Marino, 2001).

1.2. Emergence de la reconnaissance de soi chez l'humain

Après avoir abordé la reconnaissance de soi du point de vue phylogénétique, nous allons maintenant nous y intéresser du point de vue ontogénétique chez l'humain. Nous aurons de ce fait l'occasion de constater certaines similitudes quant aux capacités cognitives nécessaires à l'émergence de la reconnaissance de soi chez l'humain vers deux ans et chez l'animal, en particulier les grands singes (Suddendorf & Whiten, 2001).

Au cours des premières années de la vie, le cerveau du bébé subit des changements et des maturations énormes. Lors de la première année, le développement du cortex préfrontal et de l'hippocampe permet la création et le stockage de souvenirs. Pendant les deux premières années, grâce à la myélinisation massive des réseaux cortico-cérébelleux et sous-cortico-corticaux ainsi qu'aux connections grandissantes entre les deux hémisphères, le transfert des informations multimodales est facilité et se crée une base neurale favorable à l'apparition de nouvelles capacités cognitives telles que le langage et la conscience de soi, reflétée par la reconnaissance de soi (Herschkowitz, 2000).

1.2.1. Les expériences de miroir et la reconnaissance explicite de soi

La reconnaissance explicite de soi dans le miroir n'apparaît pas subitement, elle se développe de façon continue, en une succession de stades systématiques (Bertenthal & Fischer, 1978 ; Courage & Howe, 2002) (voir figure 3) dont les premiers sont semblables à ce qui a été observé chez le chimpanzé (Lin et al., 1992) :

- Tout d'abord, vers 8 mois, l'enfant se rend compte de la correspondance entre ses mouvements et ceux de son reflet (Courage & Howe, 2002). Il explore tactilement le miroir (Bertenthal & Fischer, 1978).
- Entre 10 et 18 mois, l'enfant continue à comparer les mouvements de sa main au reflet de celle-ci et tape sur le miroir, comme pour appeler un inconnu derrière une vitre, il expérimente en quelque sorte les contingences visuelles et proprioceptives (Zazzo, 1993).
- Il peut, entre 8 et 18 mois, commencer à se retourner vers un objet situé au-dessus de lui ou derrière lui (Bertenthal & Fischer, 1978). Néanmoins, selon certains auteurs, cette capacité survient plus tardivement, après avoir passé le test de la marque (Zazzo, 1993).
- Entre 18 et 24 mois, la reconnaissance explicite de soi, objectivée par les mouvements dirigés vers une tache rouge sur le nez de l'enfant, apparaît (Amsterdam, 1972 ; Bertenthal & Fischer, 1978 ; Courage & Howe, 2002 ; Zazzo, 1993).
- Plus ou moins simultanément, apparaît une réaction de gêne, de perplexité et d'évitement face au miroir (Amsterdam, 1972 ; Courage & Howe, 2002 ; Zazzo, 1993). Cela serait dû à l'ambiguïté intrinsèque au miroir qui montre à la fois 2 personnes : soi-même (reconnu grâce aux contingences temporelles entre les informations visuelles et proprioceptives) et quelqu'un d'autre qui agit de façon étrange (un individu extérieur à l'enfant, mais qui se comporte comme lui, l'imité, sans communiquer avec lui) (Rochat, 1995, cité par Courage & Howe, 2002 ; Zazzo, 1993).
- Ensuite, vers 22-24 mois, l'enfant commence à dénommer correctement son reflet (Bertenthal & Fischer, 1978 ; Courage & Howe, 2002).

Selon certains auteurs, il semblerait que l'enfant puisse se reconnaître avant de comprendre totalement les propriétés optiques du miroir et la correspondance entre le monde réel et le monde reflété (Zazzo, 1993). En effet, jusqu'à l'âge de cinq ans, l'enfant peut contourner le miroir pour essayer d'atteindre un objet ou une personne se trouvant derrière lui. Il arrive même que l'enfant, après avoir passé le test de la tache, essaie d'aller se chercher lui-même derrière le miroir ! Cela serait dû au fait que la compréhension de

l'espace et de l'impossibilité de l'ubiquité nécessite un certain temps pour être bien établie (Courage & Howe, 2002 ; Zazzo, 1993).



Figure 3. Réaction d'enfants de différents âges se regardant dans un miroir sans tain. De gauche à droite : enfant de 12 mois, enfant de 16 mois, et enfant de 26 mois qui se reconnaît et se touche le visage (Zazzo, 1993).

Par ailleurs, le développement de la reconnaissance de soi n'a pas lieu de façon unitaire et il implique de nombreux aspects qui ne seront intégrés que bien après l'âge de deux ans pour former la notion de soi. Ainsi, son émergence a lieu parallèlement à l'acquisition de nouvelles capacités au cours des deux premières années de vie, telles que par exemple le langage (Herschkowitz, 2000), la mémorisation d'événements épisodiques (Courage & Howe, 2002 ; Herschkowitz, 2000), la permanence de l'objet (Bertenthal & Fischer, 1978) ou encore l'imitation synchronique (Asendorpf & Baudonnière, 1993). Cette dernière notion renvoie à la situation dans laquelle deux enfants jouent en même temps avec le même type de jouet, en se regardant régulièrement et en semblant apprécier cette réciprocité, cette façon d'entrer en communication. Elle reflèterait la capacité à pouvoir prendre conscience des autres.

Les débats concernant l'évaluation de la reconnaissance de soi chez l'enfant à l'aide du test du miroir et les controverses concernant les liens entre la reconnaissance de soi et la conscience sont les mêmes que chez les grands singes (Heyes, 1994 ; Mitchell, 1997). C'est pourquoi nous ne jugeons pas pertinent d'y revenir dans cette partie. Avec l'essor des technologies modernes, d'autres paradigmes ont vu le jour, et la discrimination soi-autre a ainsi pu être testée à l'aide de vidéos en direct et en différé.

1.2.2. L'apport des expériences vidéos

La vidéo permet de présenter à l'enfant sa propre image en direct ou en différé afin d'évaluer notamment s'il se reconnaît toujours en l'absence de contingences temporelles entre ses mouvements et l'information perceptive. Les expériences utilisant cette technique

ont permis de montrer, d'une part, que les jeunes enfants commençaient à se discriminer eux-mêmes par rapport à d'autres bébés après quelques mois de vie à peine et, d'autre part, que la construction d'un concept de soi stable et continu dans le temps pouvait au contraire survenir bien après la reconnaissance explicite de soi dans le miroir.

▪ **Les bases de la reconnaissance de soi**

Très tôt dans le développement, dès trois mois, les bébés sont attentifs et positifs envers leur image et font preuve de certaines capacités à discriminer leur visage ou leur corps de ceux d'autres personnes (Bahrick, Moss, & Fadil, 1996, cités par Courage & Howe, 2002) ou des vues congruentes et incongruentes de leurs propres jambes (Rochat, 1998). Au même âge, ils commencent à explorer leurs mains en mouvement et se touchent le visage (Rochat, 1998). Cette auto-exploration surviendrait grâce à la découverte des contingences visuelles et proprioceptives (Lewis & Brooks-Gunn, 1979, cités par Rochat, 1998). En effet, quand l'enfant agit, il peut constater l'existence d'une combinaison intermodale unique et spécifique à lui-même (Rochat, 1998). Quand il se touche le visage par exemple, il est dans une situation de « double touché » qui n'existe pas avec les autres objets de l'environnement.

Dès quatre-cinq mois, les bébés préfèrent regarder un pair et une poupée (Legerstee, Anderson, & Schaffer, 1998) ou un adulte qui les imite (Rochat & Striano, 2002) que leur propre visage sur une vidéo, ce qui indique une préférence pour la nouveauté et donc une certaine familiarité avec leur propre visage. Cette familiarité proviendrait de l'exposition précoce à des miroirs. Par ailleurs, ils sourient et gazouillent également plus avec le visage d'un pair et le leur qu'avec la poupée, ce qui reflète une distinction entre objets sociaux et non-sociaux (Legerstee, Anderson, & Schaffer, 1998). Ils sourient plus et ont un regard plus prolongé pour le visage adulte que pour le leur (Rochat & Striano, 2002). A neuf mois, lorsque l'on met la vidéo de l'adulte sur pause, les bébés ont plus de comportements de relance, d'initiatives sociales que lorsqu'ils sont dans la même situation avec leur propre visage. L'autre est donc discriminé par rapport à soi et est déjà perçu comme un partenaire social (Rochat & Striano, 2002).

Ces capacités discriminatives entre soi et autre ne signifient pas pour autant que les bébés se reconnaissent déjà et qu'ils possèdent un concept de soi clair et identique à celui de l'adulte, mais elles pourraient constituer la base perceptive permettant plus tard la construction d'un concept de soi plus élaboré (Rochat & Striano, 2002). Les déterminants

perceptifs de cette discrimination seraient les informations dynamiques de mouvement et les éléments faciaux eux-mêmes (Legerstee, Anderson, & Schaffer, 1998 ; Rochat & Striano, 2002). Bien avant la reconnaissance explicite de soi dans le miroir existerait donc déjà un sentiment précoce de soi, basé sur la perception et l'action, et qui se formerait suite à la détection des invariants intermodaux (Rochat, 1998). Par ailleurs, le fait de s'intéresser à sa propre image serait une composante importante pour parvenir à se reconnaître dans le miroir (Nielsen, Dissanayake, & Kashima, 2003). Ainsi, à tous les âges compris entre 12 et 26 mois, les bébés manifestent de l'intérêt pour leur propre image, mais c'est seulement au-dessus de 18 mois, au moment où ils dirigent leur comportement vers une marque qui leur a été faite sur le nez, qu'ils manifestent une préférence visuelle pour leur propre image par rapport à celle d'un pair (Johnson, 1983).

Les expériences vidéos ont également permis de montrer que certains comportements habituellement mis en lien avec la reconnaissance de soi pouvaient s'avérer être des indices quelque peu ambigus de la reconnaissance de soi. Par exemple, les enfants entre un et deux ans peuvent aussi bien utiliser le pronom personnel « moi » ou leur prénom quand ils voient une vidéo d'eux-mêmes que quand ils voient celle d'un pair (Johnson, 1983). Comme dans le cas du test du miroir, la prudence s'impose donc dans l'interprétation du comportement de l'enfant.

▪ **Les étapes encore à franchir après la reconnaissance explicite de soi**

En 1996, Povinelli, Landau et Perilloux ont adapté le test de la marque à un paradigme où ils montraient à des enfants âgés de deux à quatre ans une vidéo d'eux-mêmes en direct ou en différé. Ils collaient subrepticement un autocollant dans les cheveux de l'enfant qui pouvait soit le voir simultanément sur un écran de télévision, soit en visionnant la k7 de l'événement quelques minutes plus tard. Ils ont constaté que 62 % des enfants entre 2,5 et 3,5 ans enlevaient l'autocollant de leurs cheveux en voyant leur image en direct, alors que 37 % seulement le faisaient lorsque l'image était différée. De plus, la majorité des enfants qui ne remarquaient pas la présence de l'autocollant dans leurs cheveux à l'aide de la vidéo découvraient celui-ci en étant devant un miroir. Selon Povinelli et al. (1996), il existerait donc un délai développemental entre un concept de soi « on-line » et un concept de soi plus complexe, incluant une bonne compréhension de la continuité de soi dans le temps. Pour parvenir à ce concept de soi plus élaboré, les enfants devraient atteindre un niveau cognitif leur permettant de gérer plusieurs représentations du même objet en même temps (Povinelli et al., 1996 ; Zazzo, 1993).

En réaction à cette étude, Suddendorf (1999) a voulu savoir si ce délai développemental était spécifique à la reconnaissance de soi ou s'il existait pour d'autres capacités. Il a donc comparé la capacité de jeunes enfants à trouver soit un autocollant dans leurs cheveux, soit un objet caché dans une boîte en dehors de leur champ de vision à l'aide de vidéos différées de quelques minutes. Il s'est avéré que les deux tâches étaient aussi difficiles, que les performances étaient corrélées et qu'il existait une tendance développementale dans les deux cas, dans le sens où les enfants de quatre ans étaient meilleurs que ceux de trois ans. Il en a donc conclu que le test vidéo construit par Povinelli et al. (1996) ne testait pas spécifiquement la conscience de soi.

Néanmoins, Povinelli et Simon (1998, cités par Suddendorf, 1999) ont réalisé une autre étude dans laquelle ils montraient à des enfants une vidéo d'eux-mêmes se faisant placer un autocollant dans les cheveux, filmés trois minutes ou une semaine avant. Les enfants de trois ans essayaient d'enlever l'autocollant de façon équivalente dans les deux cas alors que les enfants plus âgés agissaient de la sorte plus souvent lorsque le délai était de quelques minutes que lorsqu'il était d'une semaine. Les enfants plus âgés auraient donc une meilleure compréhension que les plus jeunes de l'existence d'une relation causale plus forte entre les événements récents qu'entre les événements plus anciens, grâce au fait qu'ils peuvent se positionner dans le temps à l'aide de leur mémoire épisodique plus développée.

Ces expériences illustrent donc le fait qu'une fois la reconnaissance de soi dans le miroir acquise, il subsiste cependant d'autres étapes à franchir avant de parvenir à un concept de soi bien établi et stable dans le temps. Notons également au passage que ces expériences confortent le point de vue selon lequel un primate qui se reconnaît dans le miroir n'en possède pas pour autant une conscience de lui-même du niveau de celle qu'un adulte humain peut avoir et qu'il existe une gradation entre la simple discrimination soi-autre et la capacité à réfléchir sur soi-même.

1.3. Reconnaissance de soi chez l'adulte

1.3.1. Les contraintes visuelles spécifiques touchant notre visage

La contrainte physique que nous impose le fait que nos yeux fassent par définition partie intégrante de notre visage (et que nous ne pouvons pas les enlever de leurs orbites pour les tourner face à nous, comme le faisait remarquer Gregory en 2001) a des conséquences sur les traitements cognitifs que nous en faisons. Ainsi, il a par exemple été

montré, il y a déjà plus de 25 ans (Mita, Dermer, & Knight, 1977), que nous préférons notre image en miroir à notre image en orientation normale, alors que c'est l'inverse qui se passe pour le visage des autres personnes familières. Cela serait dû à l'effet de simple exposition : nous préférons les stimuli auxquels nous avons été le plus fréquemment exposés. Rhodes (1986) a trouvé des résultats similaires en demandant aux participants quelle photographie (en orientation normale ou en orientation miroir) était la plus représentative d'eux-mêmes ou de certains de leurs proches : les sujets choisissaient la représentation en miroir pour eux-mêmes et la représentation en orientation normale pour les autres personnes familières. Plus récemment, Brady, Campbell et Flaherty (2004) ont également montré que les sujets se souvenaient plutôt de leur visage comme une image en miroir que comme une image en orientation normale.

De la même façon, Brédart (2003) a montré que nous ne nous basions pas sur les mêmes informations pour déterminer l'orientation habituelle (normale ou en miroir) de notre visage et celle du visage d'autres personnes familières. Ainsi, dans une première expérience, lorsqu'il était demandé aux participants de juger quelle était l'orientation habituelle de leur propre visage (orientation en miroir) et celle d'autres visages familiers (orientation normale), les performances en terme de réponses correctes étaient équivalentes dans les deux cas. Cependant, les participants se référaient plus souvent à des éléments asymétriques de leur visage (grain de beauté, cicatrice, etc.) pour juger de l'orientation de celui-ci que lorsqu'ils devaient faire le même jugement pour un autre visage familier. Dans ce cas, ils utilisaient plutôt des indices configurationnels, c'est-à-dire des indices relatifs à la position des différents éléments faciaux les uns par rapport aux autres. Dans une seconde expérience, les informations configurales et les détails asymétriques étaient cette fois mis en conflit : les visages avaient été transformés de façon à ce que l'information configurale garde son orientation normale alors que les détails asymétriques étaient inversés sur l'axe horizontal ou à ce qu'inversement, la configuration du visage soit dans une orientation en miroir alors que les détails asymétriques restent dans leur position normale. Dans ces conditions, les participants continuaient à se fier plus aux détails asymétriques qu'à la configuration globale pour juger de l'orientation habituelle de leur propre visage que lorsque le jugement concernait l'autre visage familier. Par contre pour les autres visages familiers que le leur, les participants se référaient plutôt à la configuration globale qu'aux détails asymétriques. Selon Brédart, cet effet serait dû aux conditions spécifiques du point de vue visuel dans lesquelles nous rencontrons notre propre visage quotidiennement.

Une autre conséquence de cette contrainte visuelle inhérente à notre visage est que la vue canonique, c'est-à-dire la position dans laquelle un objet est le plus facilement

identifiable, est différente pour notre visage et pour celui d'autres personnes. La position dans laquelle nous nous reconnaissons le plus rapidement est la position frontale (Laeng & Rouw, 2001 ; Troje & Kersten, 1999). Par contre, la position canonique pour les personnes familières autres que nous-même est un profil déviant de 22,5° sur l'axe horizontal par rapport à la pose frontale (Laeng & Rouw, 2001). Selon Troje et Kersten (1999), le fait que l'identification de notre visage soit influencée par les conditions dans lesquelles nous le rencontrons (celles-ci étant limitées le plus souvent à une pose frontale) signifierait que la représentation que nous en avons est peut-être dépendante du point de vue et donc centrée sur l'observateur.

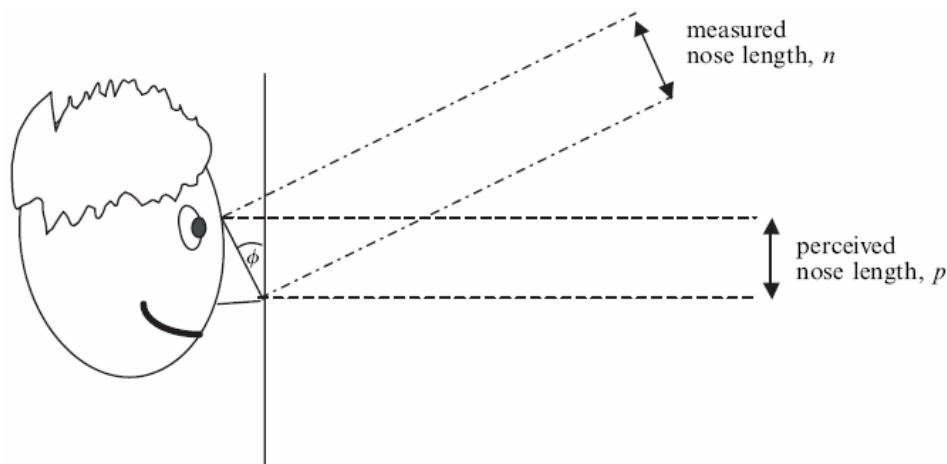


Figure 4. Explication de la sous-estimation de la longueur du nez. L'ampleur de ce raccourcissement de la longueur perçue, p , dépend de l'angle, Φ , que forme le nez avec la verticale : $p = n \cos \Phi$. (Thompson, 2002).

Malgré les contraintes visuelles portant sur notre propre visage, certains auteurs ont montré qu'il constituait un stimulus hautement connu et que le « surapprentissage » de celui-ci donnait lieu à de meilleures performances, comparé à d'autres visages moins connus. Ainsi, dans un paradigme de recherche visuelle, Tong et Nakayama (1999) ont montré que les sujets avaient une « représentation robuste » de leur propre visage. En effet, ils étaient capables de le détecter parmi des distracteurs, ou de le rejeter comme distracteur, selon la consigne, plus rapidement que lorsque les mêmes tâches portaient sur des visages étrangers, même lorsque les visages étaient présentés dans des orientations atypiques, et même après que les visages inconnus aient été présentés des centaines de fois et soient donc devenus un peu familiers pour les sujets. Ces auteurs ont donc introduit le terme de « représentation robuste » pour palier au manque de précision du terme « familiarité ». Ils définissent ainsi une représentation robuste comme la forme la plus extrême de familiarité et comme ayant cinq grandes propriétés : (1) elle donnerait rapidement lieu à des performances asymptotiques (performances stabilisées et ne s'améliorant plus) lors d'un traitement visuel, (2) elle se développerait suite à une expérience visuelle intense, (3) elle contiendrait des informations abstraites, indépendantes du point de vue (ce qui va à

l'encontre de ce que Troje et Kersten, concluaient en 1999), (4) elle faciliterait divers processus visuels et décisionnels, et enfin, (5) elle demanderait moins de ressources attentionnelles.

L'expérience de Tong et Nakayama (1999) illustre donc le fait que nous pouvons retrouver notre visage très facilement et avec peu de ressources lorsqu'il est parmi d'autres visages, mais elle ne nous apprend rien quant à la précision de la connaissance que nous avons de celui-ci. Il serait tout à fait possible que cette connaissance soit générale et que la mémoire pour des détails ou pour des indices configurationnels plus précis soit moins bonne. C'est ce que suggère l'étude de Thompson en 2002 : il demandait à ses sujets de dessiner un trait sur une barre horizontale qui en comportait déjà un afin de représenter l'écart entre leurs deux pupilles, et de même sur une barre verticale pour représenter la taille de leur nez. Les résultats ont montré que l'écart inter-pupillaire (EIP) moyen était surestimé de plus de 30% et que la longueur moyenne du nez était sous-estimée de 11% par rapport aux tailles réelles respectives. L'auteur rapporte plusieurs explications possibles pour ces résultats. L'une d'entre elle concerne la possibilité que les sujets aient été influencés par leur expérience avec les miroirs où la tête apparaît comme étant plus petite qu'elle n'est vraiment et où le nez apparaît comme une ligne verticale perpendiculaire au sol alors qu'il est en réalité oblique (et donc plus long, voir figure 4). Une autre explication possible est que l'EIP ait été surestimé surtout dans les visages comportant beaucoup d'éléments proches de ceux des bébés (yeux larges, petit nez, etc) car les nouveau-nés auraient un grand EIP par rapport à la dimension d'autres éléments de leur corps. Thompson (2002) n'arrête pas son choix sur une explication précise en ce qui concerne l'EIP mais son étude laisse en tout cas supposer que la connaissance de notre propre visage n'est peut-être pas si précise que cela et qu'il se pourrait que nous soyons influencés par l'apparence qu'il a ou qu'il a eue lors de nos rencontres visuelles avec lui au cours de notre vie. Nous reviendrons par ailleurs à ces indices qui permettent de déterminer l'âge des visages dans la seconde grande partie de cette introduction théorique, mais avant cela, nous allons aborder la reconnaissance de soi du point de vue des corrélats neuronaux.

1.3.2. Substrats neuronaux de la reconnaissance de soi

La question du substrat de la reconnaissance de soi est étudiée de façon systématique depuis peu, grâce à l'essor de nouvelles techniques d'investigation. Les controverses sont dans ce domaine assez vives. En effet, des équipes de chercheurs débattent quant à la localisation cérébrale de cette capacité (voir par exemple Kircher et al., 2000 ; Platek,

Keenan, Gallup, & Mohamed, 2004a ; Sugiura et al., 2000) et quant à la participation de celle-ci dans des fonctions cognitives de niveau supérieur telles que la conscience (voir Keenan, Wheeler, Gallup, & Pascual-Leone., 2000b). D'autres chercheurs étudiant les corrélats neuronaux de diverses habiletés reliées à la conscience de soi, par exemple l'évaluation d'adjectifs (Craik et al., 1999 ; Kelley et al., 2002) ou de phrases (Johnson et al., 2002) comme descriptifs ou non de soi-même, amènent aussi matière à débattre. Ce qui semble néanmoins clair, c'est que notre visage est un stimulus avec une certaine saillance émotionnelle, comme l'indique une étude électrophysiologique de potentiels évoqués menée par Ninomiya, Onitsuka, Chen, Sato et Tashiro en 1998. En effet, leurs sujets réagissaient de façon différente lorsqu'on leur présentait de façon inattendue leur propre visage par rapport à d'autres visages familiers ou à un autre stimulus inattendu (carré rouge) : les P300, ondes cérébrales influencées par la probabilité d'apparition d'un stimulus et par sa significativité pour le sujet, étaient plus amples pour le propre visage des participants que pour les autres visages familiers ou que pour le stimulus non-significatif présenté dans les mêmes conditions, ce qui indiquerait une grande significativité de leur propre visage pour les sujets. Sugiura et al. ont aussi montré en 2000 que les réponses électrodermales de leurs sujets étaient plus amples (signe de réactivité émotionnelle) lorsqu'ils voyaient leur propre visage que dans une tâche contrôle. Voyons à présent plus en détail comment est gérée cette reconnaissance de soi par le substrat cérébral.

▪ **Reconnaissance de soi latéralisée à droite ?**

Tout d'abord, Keenan et ses collaborateurs (1999, 2000a) ont mené des études comportementales impliquant les deux mains des participants. Ils se basaient sur le principe classique selon lequel une performance facilitée en terme de temps de réaction avec une des deux mains correspond à une dominance hémisphérique contralatéralement. Ainsi, en 1999, dans une tâche où des paires de participants devaient répondre le plus rapidement possible si c'était leur visage qui leur était présenté ou celui de leur collègue, le tout alternativement avec chaque main, il s'est avéré qu'ils étaient plus rapides pour répondre à leur propre visage avec la main gauche que dans toutes les autres conditions. De plus, cela était vrai que leur visage leur soit présenté à l'endroit ou à l'envers. Keenan et al. ont donc conclu à une dominance hémisphérique droite pour la reconnaissance de soi. Par ailleurs, selon eux, cette latéralisation à droite, plus précisément dans le cortex préfrontal, existerait également pour d'autres comportements impliquant une conscience de soi tels que le jugement de phrases comme étant auto-descriptives ou pas. Ensuite, afin de vérifier que les résultats précédents n'étaient pas simplement dus à des différences motrices entre

hémisphères, Keenan, Freund, Hamilton, Ganis, et Pascual-Leone (2000a) ont mené une autre expérience, non plus de temps de réaction, mais de sensibilité perceptive. Dans celle-ci, les visages de paires de participants étaient « morphés » avec le visage de deux célébrités de même sexe que les participants. Les visages morphés avec différents pourcentages de chaque visage (20 morphes au total par paire de visage) étaient présentés sous forme de film, c'est-à-dire dans un ordre séquentiel, pendant une seconde chacun. Dans un premier cas, la séquence commençait par un des visages de célébrité pour arriver à un des deux visages familiers et les sujets avaient pour consigne de stopper le film quand le visage devenait plus familier que non-familier. Dans une seconde condition, la séquence débutait par le visage des participants ou de leur pair pour aboutir à un des visages célèbre et les sujets recevaient la consigne d'appuyer sur une touche quand le visage devenait plus célèbre que non-célèbre. Les résultats ont montré un biais pour le traitement du propre visage avec la main gauche. Autrement dit, dans la première condition, les sujets arrêtaient le film plus tôt avec la main gauche pour leur propre visage que dans toutes les autres conditions (main droite ou autre visage familier), alors que dans la seconde, ils stoppaient la séquence plus tard que dans les autres modalités, et ce toujours avec la main gauche. Une fois encore, les auteurs ont conclu à un biais de l'hémisphère droit pour le traitement de soi.

Ces résultats en terme d'avantage de la main gauche pour la reconnaissance de soi ont également été répliqués par Platek et Gallup (2002) dans une étude qui visait à mettre en relation le temps nécessaire à l'identification de son propre visage et le score au SPQ (Schizotypal Personality Questionnaire), un questionnaire destiné à évaluer les tendances schizotypiques (Raines, 1991, cité par Platek & Gallup, 2002). Etant donné que les schizophrènes souffriraient de certaines altérations dans le traitement des informations liées à soi (voir par exemple Jeannerod, 2003a, 2003b) et que certaines de ces informations seraient gérées par l'hémisphère droit, les auteurs voulaient savoir si cette différence hémisphérique se retrouvait également dans une population normale dont certains membres pourraient avoir des tendances schizotypiques. Ainsi, ils ont retrouvé l'avantage de la main gauche chez les sujets dont le score bas au questionnaire n'indiquait pas de tendance schizotypique, alors que les sujets avec un score élevé au SPQ avaient un pattern de performances inverse (avantage de la main droite). De plus, le score au SPQ était corrélé positivement avec le temps de réaction en reconnaissance de soi avec la main gauche. Cela constitue selon Platek et Gallup un argument supplémentaire pour appuyer la thèse selon laquelle reconnaissance de soi et conscience de soi sont liées de façon préférentielle à l'activité de l'hémisphère droit, et plus précisément du cortex préfrontal droit (Keenan et al., 2000b). Dans la même lignée, selon Keenan, Gallup et Falk (2003a, voir aussi Gallup, 1998), la reconnaissance de soi ferait appel à la conscience de soi qui elle-même permettrait à son

tour d'inférer des états mentaux similaires à ceux dont nous avons fait l'expérience chez d'autres individus, c'est-à-dire la ToM.

D'autres études renforcent encore ce point de vue selon lequel reconnaissance de soi, conscience de soi et ToM sont intimement liées. Ainsi, récemment, Platek, Myers, Critton et Gallup (2003b) ont montré que les sujets qui avaient un score peu élevé au SPQ jugeaient plus rapidement si des adjectifs étaient auto-descriptifs à l'aide de la main gauche qu'à l'aide de la main droite, alors que cet effet disparaissait chez les individus dont le score au questionnaire était plus élevé. L'hémisphère droit étant impliqué dans le traitement des informations reliées à soi, les auteurs concluent que la dominance hémisphérique droite est altérée chez les personnes présentant des traits proches de la schizophrénie et que l'attribution d'états mentaux (capacité pour laquelle les schizophrènes rencontrent également des difficultés) et la reconnaissance de soi sont sous-tendues par les mêmes substrats neuronaux. La même année, Platek, Critton, Myers et Gallup (2003a) ont mis en relation la conscience de soi et un autre phénomène qui selon eux est une capacité empathique découlant de la ToM : le bâillement contagieux. Ils mesuraient la susceptibilité de sujets à bâiller en voyant des vidéos de personnes bâillant. Par ailleurs, ils administraient le SPQ à tous les sujets, et certains passaient en plus des tests de ToM ou des tests de reconnaissance de soi. Les résultats ont montré que les sujets les plus susceptibles d'être contaminés par le bâillement étaient aussi les sujets qui identifiaient leur propre visage le plus rapidement avec la main gauche, qui inféraient le mieux les états mentaux d'autres personnes et qui avaient le moins de traits de personnalité schizotypique.

Encore plus récemment, Platek, Thomson et Gallup (2004b) ont mené une expérience dont le but était de voir comment les informations de diverses modalités sensorielles affectent la reconnaissance de soi. Pour cela, ils présentaient des stimuli liés personnellement aux participants et qui faisaient appel à différentes modalités sensorielles pendant que ceux-ci réalisaient une tâche de reconnaissance de soi : leur odeur corporelle et leur nom, celui-ci étant présenté visuellement ou auditivement. Ils ont montré l'existence d'un effet d'amorçage de l'identification de soi par la propre odeur corporelle, par le fait de voir et par le fait d'entendre son propre nom. Avec ces trois types d'amorces, les sujets identifiaient donc plus rapidement leur propre visage que dans la condition sans amorce. Par contre, il n'y avait pas d'effet d'amorçage pour d'autres visages familiers ou inconnus. Par la même occasion ils ont encore montré que lorsqu'il n'y avait pas d'amorce, les sujets répondaient plus rapidement de la main gauche que de la droite. Leur conclusion était que les informations sur soi des différentes modalités sensorielles sont traitées de la même façon dans le cerveau par un réseau de traitement du Self et que le sentiment de soi est un

phénomène multimodal. Cependant, comme Brédart l'a noté en 2004, ce traitement intermodal/intégratif n'est pas spécifique à soi. En effet, d'autres études ont montré qu'il existait aussi pour le traitement d'informations concernant d'autres personnes. Les résultats de Platek et al. (2004b) ne peuvent donc pas plaider pour une différence qualitative entre le traitement de notre propre visage et celui d'autres personnes. Cette différence serait plutôt quantitative et pourrait refléter le fait que le processus intégratif est plus complet pour nous-mêmes puisque nous sommes plus experts de nous-mêmes que des autres personnes.

Afin d'étudier le substrat cérébral de la reconnaissance et de la conscience de soi plus précisément, Platek et al. (2004a) ont également réalisé une étude d'imagerie cérébrale à l'aide de la technique d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Cette recherche avait pour but d'investiguer si l'attribution d'états mentaux et la conscience de soi font partie du même réseau neurocognitif dédié au traitement des informations sur soi. Dans une première tâche, les sujets voyaient des photographies de leur propre visage ou de célébrités et avaient pour consigne de penser à la personne représentée par la photographie. Dans une seconde tâche, on leur présentait des visages inconnus dont les yeux exprimaient différents états mentaux (Mind in the Eyes - Revised Test, Baron-Cohen et al., 2001, cités par Platek et al., 2004a) et ils devaient alors penser à l'état mental de la personne sur la photographie. Dans la première tâche, en soustrayant les activations pour un visage célèbre aux activations pour le propre visage, ils ont trouvé des activations du lobe frontal droit (gyrus frontal inférieur, moyen et supérieur). Dans la seconde, ils ont constaté des activations frontales bilatérales : dans le gyrus frontal supérieur et moyen droit, le gyrus frontal médian supérieur à droite, et dans le gyrus frontal moyen gauche, ainsi que des activations temporales gauches (pôle temporal et gyrus temporal supérieur). Ils concluent que la reconnaissance de soi et les mécanismes neurocognitifs qui entrent en jeu dans la cognition sociale (reflétés par le test de ToM) semblent être sous-tendus par des régions néocorticales similaires (les gyri frontaux moyen et supérieur à droite), ce qui va également dans le sens du modèle développé par Gallup (voir Gallup, 1998, cf. section 1.1.2.).

▪ **Controverse sur la latéralisation droite et ses implications**

Bien que l'avantage de la main gauche pour l'identification de soi semble être un effet robuste et qu'il ait été répliqué plusieurs fois (Keenan et al., 1999, 2000a ; Platek & Gallup, 2002), certains auteurs, comme Morin (2002, 2003a, 2003b) suggèrent que Keenan et al. (2001, 2003a) vont peut-être un peu loin en concluant que puisque l'hémisphère droit traiterait le propre visage de façon préférentielle, il serait également le substrat de la

conscience de soi. De plus, Morin (2003b) affirme que Keenan et ses collaborateurs négligent les études rapportant des activations bilatérales ou à gauche lors de tâches de reconnaissance de soi (voir par exemple Kircher et al., 2000, 2001). Par ailleurs, pour Morin (2002, 2003a, 2003b), la reconnaissance de soi n'implique pas nécessairement de capacités introspectives élaborées mais pourrait simplement faire appel à des contingences perceptivo-motrices, à une forme de conscience du corps plus primitive (voir aussi Mitchell, 1997). Selon lui (2003a, 2003b), Keenan et al. ne donnent pas de définition claire de la conscience de soi, de la reconnaissance de soi dans le miroir (MSR pour *Mirror Self Recognition*) ou de la ToM et avancent que MSR et ToM sont égales à la conscience de soi alors que ce sont pour lui des capacités indépendantes. Selon Morin (2002, 2003b), la conscience de soi est la capacité de devenir l'objet de sa propre attention et de traiter activement des informations sur sa propre personne alors que la reconnaissance de soi ne serait qu'une expression primitive de cette habileté. Ce n'est donc, selon lui, pas parce que l'activité de l'hémisphère droit sous-tendrait la reconnaissance de soi que celui-ci serait également responsable de la conscience de soi. A cela, Platek et al. (2004b), suite aux résultats de leur étude sur la multimodalité du sentiment de soi relatée ci-dessus, répondent que s'il était vrai que la reconnaissance de soi n'était pas une preuve de conscience de soi comme l'affirme Morin (2002), alors cette capacité à se reconnaître ne devrait pas être influencée par des informations liées à soi présentées dans d'autres modalités sensorielles. Des expériences menées par d'autres auteurs laissent néanmoins pressentir que la reconnaissance de soi et la conscience de soi découleraient de l'activité de réseaux corticaux et sous-corticaux beaucoup plus complexes que ce que nous avons vu jusqu'à présent, et que ces réseaux seraient distribués dans les deux hémisphères.

- **Reconnaissance de soi incluse dans un réseau cortical complexe ?**

Une des expériences qui bouleverse quelque peu l'ordre apparent existant dans les données présentées jusqu'ici est celle menée par Kircher et al. en 2000. Le but des auteurs était d'étudier l'anatomie fonctionnelle du traitement des informations liées à soi à l'aide de l'IRMf. Ils voulaient savoir si des régions cérébrales distinctes entraient en jeu pour différencier le soi et le non-soi, et si les régions dévolues aux informations sur soi étaient activées indépendamment du matériel utilisé. Pour ce faire, ils ont fait appel à des hommes en couple hétérosexuel et ont morphé leurs visages ou ceux de leurs partenaires avec des visages inconnus. Les sujets devaient juger si les visages présentés étaient le leur, celui de leur partenaire ou celui d'un(e) inconnu(e). Par ailleurs, ils devaient également déterminer si des adjectifs étaient descriptifs d'eux-mêmes ou pas. Du point de vue comportemental, les

auteurs n'ont pas trouvé de différence en terme de temps de réaction pour l'identification du visage des sujets par rapport à celui de leur partenaire. En revanche, les sujets répondaient plus rapidement aux adjectifs auto-descriptifs qu'aux adjectifs non descriptifs d'eux-mêmes, ce qui indiquerait, selon les auteurs, que le concept de soi est assez stable dans le temps, autrement dit, que les participants connaissent leurs caractéristiques propres et que cela leur permet de répondre rapidement. Par contre, du point de vue anatomique, ils ont observé des différences entre la partenaire et soi : lorsque les participants voyaient leur propre visage (comparé à un visage inconnu), il y avait des activations principalement au niveau du système limbique droit et du cortex préfrontal gauche, mais aussi au niveau du lobe pariétal inférieur et du cervelet à gauche. L'activation du système limbique indiquerait l'existence d'une réponse émotionnelle alors que l'activation préfrontale résulterait d'un processus intégratif. Confrontés au visage de leur partenaire (par rapport à celui d'une inconnue), les sujets avaient des activations de l'insula antérieure droite, ce qui reflèterait également une réponse émotionnelle. Les adjectifs auto-descriptifs déclenchaient quant à eux des réponses surtout au niveau de l'hémisphère gauche, indiquant le traitement d'un matériel verbal et le recours à des connaissances sémantiques personnelles. Enfin, des analyses ont montré que les régions communes aux deux processus liés à soi (visage et adjectifs) étaient le gyrus fusiforme gauche, le précunéus gauche, le gyrus lingual droit, et l'insula droite. En montrant qu'il existe des aires communes au traitement de soi indépendamment de la modalité dans laquelle est présenté le matériel, les auteurs rejoignent d'ailleurs Platek et al. (2004b).

Kircher et al. (2000) concluent que la reconnaissance explicite de soi fait appel à un réseau neuronal intégratif complexe dont trois composantes sont activées simultanément : des inputs sensoriels, permettant la mise à jour de la représentation de son visage, la mémoire de travail, donnant la continuité nécessaire au sentiment de soi, et une composante émotionnelle, procurant le sentiment de familiarité et la cohérence nécessaires au sentiment de soi. Kircher et al. (2001) ont retrouvé grosso modo les mêmes patterns d'activation (limbique droite et préfrontale gauche pour le propre visage) dans une seconde expérience dont la méthode était assez proche de celle utilisée par Keenan et al. (2000a), à savoir que les visages des participants étaient morphés avec des visages inconnus et présentés aux participants sous forme de film, dans un ordre séquentiel. Leur conclusion est à nouveau que la perception unique d'un Self cohérent implique à la fois des processus associatifs et des processus émotionnels sous-tendus par un réseau cortico-limbique.

Une autre expérience qui amène matière à débattre quant à la localisation cérébrale de la reconnaissance de soi est celle de Sugiura et al. en 2000. Ces auteurs ont comparé les activations cérébrales présentes lors d'une tâche de reconnaissance active de soi (pression

d'un bouton à l'apparition du propre visage dans une tâche de décision d'orientation de visages non-familiers) et d'une tâche de reconnaissance passive de soi (apparition inattendue du propre visage lors de la même tâche de décision d'orientation). Selon eux, les mêmes régions devraient être activées dans les deux cas, avec en plus, l'activation de systèmes attentionnels lors de la reconnaissance active. Les résultats ont montré que dans les deux tâches il y avait une activation du gyrus fusiforme gauche et du gyrus supramarginal droit qui sous-tendraient donc la représentation du propre visage. Ils ont également trouvé des régions supplémentaires qui étaient activées dans la tâche de reconnaissance active et auxquelles ils ont attribué les mécanismes attentionnels impliqués dans la tâche : le cortex préfrontal, le cortex cingulaire antérieur droit, l'aire motrice supplémentaire droite et l'insula gauche.

Enfin, les résultats de l'étude de Brady et al. (2004) sont également contraires à ceux de Keenan et al. (1999, 2000a) et de Platek et Gallup (2002). En utilisant des photographies composites formées à partir d'un seul côté du visage répliqué, inversé et collé de l'autre côté, ces auteurs ont montré une dominance hémisphérique gauche pour soi et une dominance hémisphérique droite pour d'autres visages familiers. En effet, les sujets se souvenaient de leur visage comme d'une image en miroir et ils trouvaient plus représentatif d'eux-mêmes les visages composés de la partie qui se trouve dans leur hémichamp visuel droit lorsqu'ils se regardent dans le miroir (le côté droit du visage). En ce qui concerne les autres visages, ils choisissaient les stimuli composés du côté du visage se situant dans leur hémichamp visuel gauche quand ils regardent la personne (de nouveau le côté droit). Les auteurs concluent que bien que les deux hémisphères entrent en jeu dans la reconnaissance des visages, il existerait un biais hémisphérique distinct dans la reconnaissance de soi et des autres. En cela, ils rejoignent Keenan et ses collaborateurs (1999, 2000a) et Platek et Gallup (2002), cependant, d'après leurs résultats, ce biais serait latéralisé non pas dans l'hémisphère droit mais dans le gauche pour la reconnaissance de soi.

Par ailleurs, d'autres auteurs n'ont pas pu mettre en évidence de dominance hémisphérique pour la reconnaissance de soi. C'est le cas de Laeng et Rouw (2001) dont le but était d'évaluer le rôle des hémisphères cérébraux en fonction de la familiarité des visages et de la position faciale de ceux-ci dans une tâche d'appariement visage-nom. Ils ont montré que les participants étaient meilleurs lorsque l'on présentait des visages familiers autre que le leur en orientation canonique (visage dévié de 22,5° par rapport à la pose frontale) à leur hémisphère gauche plutôt qu'au droit, alors que lorsque le visage était dans une pose non-canonique, ils étaient meilleurs avec l'hémisphère droit. Par contre, pour leur

propre visage dont l'orientation canonique était une pose de face, les participants avaient des performances équivalentes quel que soit l'hémisphère utilisé.

Pour essayer d'en apprendre plus sur la latéralisation éventuelle de la reconnaissance de soi, certains auteurs ont fait appel non plus à des sujets sains, mais à des patients dont les deux hémisphères avaient été déconnectés par une ablation du corps calleux ou par l'anesthésie alternative de chacun d'entre eux.

▪ L'argument du « cerveau divisé »

Les patients dont les deux hémisphères cérébraux sont déconnectés, suite à une ablation du corps calleux ou à des maladies touchant les commissures, fournissent l'opportunité de présenter des stimuli à un seul hémisphère à la fois et d'observer les capacités de celui-ci à réaliser certaines tâches. Sperry, Zaidel et Zaidel (1979) comptent parmi les premiers chercheurs à avoir investigué ces patients au cerveau divisé (*split-brain*). En 1979, ils ont étudié deux de ces patients et ils cherchaient à savoir si l'hémisphère droit, qu'ils considéraient comme « subordonné » de l'hémisphère gauche (dominant et verbal), était capable de donner les mêmes réponses que le gauche à des questions sur les connaissances et les préférences à des items personnels, historiques, politiques, etc. Ils ont constaté que les réponses données par les deux hémisphères à ces questions étaient tout à fait comparables et que les deux hémisphères pouvaient reconnaître le propre visage du sujet lorsqu'il était présenté de façon inattendue. Ils en ont conclu que la subjectivité humaine était répartie dans les deux hémisphères et que le sentiment de soi et la conscience sociale étaient aussi développés dans l'un que dans l'autre.

Keenan, Wheeler, Platek, Lardi et Lassonde (2003b) ont également étudié un patient « split-brain ». Ils ont présenté à celui-ci, ML, son propre visage ainsi qu'un autre visage familial, tous deux morphés à différents degrés avec le visage de Bill Clinton. Les auteurs lui ont demandé soit de chercher son propre visage, soit l'autre visage familial parmi les morphes, en répondant alternativement avec la main droite et la main gauche. Quand il cherchait son propre visage dans les morphes, il donnait plus de réponses correctes avec la main gauche et faisait plus d'erreurs (choisir un morphe contenant le visage de l'autre personne familière plutôt que le sien) avec la droite. Il donnait par contre plus de réponses correctes à l'aide de la main droite lorsqu'il s'agissait d'identifier l'autre visage familial et ne faisait quasiment aucune erreur, c'est-à-dire qu'il ne confondait plus l'autre visage familial avec le sien. Lorsqu'ils ont comparé les deux conditions de recherche en fonction de la main

utilisée, les auteurs ont constaté que c'est lorsqu'il recherchait son propre visage avec la main gauche que ML avait les meilleures performances. Keenan et al. (2003b) en concluent que l'hémisphère droit est plus sensible à la reconnaissance de soi que l'hémisphère gauche. Keenan, Nelson, O'Connor, et Pascual-Leone tirent les mêmes conclusions d'une autre étude menée en 2001, où ils ont fait appel non plus à des patients « split-brain », mais à des personnes dont chaque hémisphère était anesthésié tour à tour lors d'une intervention destinée à évaluer la dominance hémisphérique pour le langage, par exemple, avant une opération chirurgicale du cerveau (Wada Test). Lors de ce Wada Test les auteurs ont montré aux patients un morphe de leur visage et de celui d'une célébrité en leur demandant de mémoriser celui-ci. Après qu'ils avaient récupéré de l'anesthésie, les sujets devaient choisir quel visage, entre le leur et celui de la célébrité (sans qu'ils soient morphés), leur avait été présenté. Lorsque l'hémisphère gauche avait été anesthésié (hémisphère droit actif), tous les sujets choisissaient leur visage, alors que lorsque le droit avait été endormi ils choisissaient presque tous le visage célèbre. Selon les auteurs, l'hémisphère antérieur droit serait donc plus enclin à détecter le propre visage que l'hémisphère gauche et il pourrait exister un réseau neuronal latéralisé à droite qui donnerait lieu à la conscience de soi.

Une étude menée par Turk et al. en 2002 sur un autre patient split-brain, JW, est en opposition avec celle de Keenan et al. (2003b). Lorsque l'on présentait à chacun de ses hémisphères son propre visage morphé à des degrés divers avec d'autres visages familiers et qu'il devait soit juger s'il s'agissait de son visage, soit s'il était face à un autre visage familier, il était capable de reconnaître son propre visage avec les deux hémisphères. Cependant, l'hémisphère droit pouvait reconnaître préférentiellement les autres visages familiers que le sien, alors que l'hémisphère gauche reconnaissait plutôt son propre visage que les autres visages familiers. Les auteurs concluent que la reconnaissance de soi pourrait être fonctionnellement dissociable du traitement plus général des autres visages et qu'elle pourrait faire partie d'un *Self Memory System* (SMS) comprenant les conceptions de soi, les connaissances autobiographiques et les croyances personnelles.

▪ **La reconnaissance de soi lié à d'autres capacités ?**

Par ailleurs, des études menées sur le substrat cérébral d'autres capacités liées à soi viennent attiser les passions. Certains auteurs ont en effet investigué le substrat cérébral d'autres fonctions reliées au Self, ce qui donne des arguments supplémentaires en faveur d'un réseau cortical dédié à « soi » latéralisé ou au contraire réparti dans les deux hémisphères (un échantillon de ces études se trouve dans le tableau 1, repris de Morin,

2003b). L'importance des structures corticales médianes (cortex cingulaire, orbito-frontal médian et préfrontal dorsomédian) dans différents sous-processus (évaluation, contrôle, intégration et représentation) liés au Self a également été mise en évidence dans une revue de question de Northoff et Bermpohl (2004).

Activité	Tâche	Technique	HG	HD	Référence
Auto-description	Juger combien des traits de personnalité sont descriptifs de soi (n=8).	TEP	*	*	Craik et al. (1999)
	Juger combien des traits de personnalité, des habiletés et des attitudes sont descriptifs de soi (n=11).	IRMf	*	*	Johnson et al. (2002)
	Décrire oralement des traits de sa propre personnalité et des attributs physiques(n=7).	TEP	*	*	Kjaer, Nowak & Lou (2002)
	Juger combien des traits de personnalité et des attributs physiques sont descriptifs de soi (n=6).	IRMf	*	*	Kircher et al. (2002)
	Faire des jugements auto-référentiels(n=24).	IRMf	*	*	Gusnard et al. (2001)
Auto-description / reconnaissance	Juger combien des traits de personnalité sont descriptifs de soi / Reconnaître des stimuli faciaux morphés de soi et d'autres personnes familières (n=6).	IRMf	*	*	Kircher et al. (2000)
ToM	Penser à des représentations mentales (n=23).	PEC	*		Sabbagh & Taylor (2000)
	(revue de plusieurs études)	-	*	*	Gallagher & Frith (2003)
Reconnaissance de soi	Reconnaître des stimuli faciaux morphés de soi et d'autres personnes familières	patient Split-brain	*		Turk et al. (2002)
	Reconnaître des stimuli faciaux morphés de soi et d'autres personnes familières et non familières(n=20).	IRMf	*		Kircher et al. (2001)
Récupération en mémoire autobiographique	Rappeler des événements personnels spécifiques (n=24).	EEG	*	*	Conway et al. (2001)
	Rappeler des événements personnels spécifiques (n=6).	TEP	*		Conway & Turk (1999)

Tableau 1. Echantillon d'études investiguant les substrats neurologiques de la conscience de soi et d'habiletés reliées, Morin (2003b). (Note - HG: hémisphère gauche; HD: hémisphère droit; TEP: Tomographie par Emission de Positons; IRMf: Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle; EEG: Electroencéphalogramme; PEC: Potentiels Evoqués Cognitifs.)

Malheureusement, nous n'avons pas le temps de passer en revue en détail toutes ces études dans le cadre de ce travail. Nous pouvons donc simplement constater qu'il semblerait que les capacités liées à la conscience de soi, dont la reconnaissance de soi, soient sous-tendues par un réseau cortical et sous-cortical complexe, étendu aux deux hémisphères

cérébraux, dont les différentes composantes seraient activées en fonction de la tâche et des processus particuliers auxquels celle-ci fait appel.

- **Une recherche en plein essor**

Il semble donc émerger une espèce de consensus parmi tous les auteurs cités ci-dessus (par exemple Brady et al., 2004 ; Kircher et al., 2000, 2001 ; Northoff & Bermpohl, 2004 ; Platek et al., 2004b ; Turk et al., 2002) quant au fait que la reconnaissance de soi ferait partie d'un réseau neuronal plus global (impliquant surtout le cortex préfrontal, le cortex pariétal, le système limbique et les structures corticales médianes) dédié au traitement des informations sur « soi » et qu'elle ferait appel à divers processus : intégratifs (Kircher et al., 2000, 2001 ; Platek et al., 2004b), mnésiques (Kircher et al., 2000, 2001 ; Turk et al., 2002), émotionnels (Kircher et al., 2000, 2001 ; Ninomiya et al., 1998 ; Sperry et al., 1979 ; Sugiura et al., 2000), perceptifs (Kircher et al., 2000) et attentionnels (Sugiura et al., 2000).

Cependant, les débats quant à la localisation précise à l'intérieur de ce réseau et à la latéralisation de cette capacité elle-même sont encore bien présents. Une raison qui pourrait expliquer la disparité des données expérimentales et de leur interprétation est que la recherche du substrat de la reconnaissance de soi en est seulement à ses balbutiements et que les méthodologies utilisées pour y parvenir diffèrent souvent entre elles, parfois de façon très subtile. Une autre raison est peut-être que certains auteurs utilisent la reconnaissance de soi pour investiguer des phénomènes plus vastes, tels que la conscience, et que leurs présupposés théoriques à ce sujet donnent parfois lieu à des recherches et des interprétations qui vont dans des sens différents. Ainsi par exemple, Morin (2002, 2003a, 2003b) selon qui la conscience de soi est liée au langage interne (phénomène découlant de l'hémisphère gauche) pense qu'il est important de tenir compte de l'activité de l'hémisphère gauche trouvée dans certaines études, alors que Keenan ou Platek (Keenan et al., 2003a ; Keenan et al., 2000b ; Platek et al., 2004a) pour qui la reconnaissance de soi fait partie d'un réseau intégré de traitement des informations concernant notre personne (supposé se trouver dans l'hémisphère droit) sont beaucoup plus attentifs à toutes les activations de l'hémisphère droit.

1.4. Reconnaissance de soi altérée

Cette partie a pour vocation de montrer brièvement qu'il existe des cas où la reconnaissance de soi n'est plus présente ou est accompagnée de sentiments d'étrangeté suite à diverses atteintes physiques ou psychologiques. Dans la littérature, les descriptions les plus courantes de pertes de la reconnaissance de soi concernent des patients souffrant de démences, plus particulièrement de la maladie d'Alzheimer.

Ainsi, les personnes atteintes de cette maladie dégénérative commenceraient par perdre la compréhension de la logique du miroir et ne pourraient plus concevoir que leur reflet les représente. Elles pensent donc souvent qu'elles font face à une autre personne et peuvent interagir avec celle-ci en lui parlant ou avoir des réactions paranoïdes. L'altération de la reconnaissance de soi dans de tels cas est évidemment d'autant plus forte que la maladie est dans un stade avancé (Bologna & Camp, 1997 ; Breen, Caine, & Coltheart, 2001 ; De Ajuriaguerra, Strejilevitch, & Tissot, 1963 ; Grewal, 1994 ; Molchan, Martinez, Lawlor, Grafman, & Sunderland, 1990). Le signe du miroir (*Mirror sign*), autrement dit, cette incapacité à se reconnaître dans le miroir, peut quelquefois survenir dans un contexte de bonne reconnaissance des autres visages (Bologna & Camp, 1997 ; Breen, Caine, & Coltheart, 2001). On le rencontre parfois également suite à des accidents cérébraux (Spangenberg, Wagner, & Bachman, 1998).

Des patients avec des troubles généraux de reconnaissance des visages suite à des lésions cérébrales comme les prosopagnosiques ont également des difficultés pour reconnaître leur propre visage. Cependant, contrairement aux patients déments, ils connaissent toujours les propriétés optiques des miroirs et peuvent donc inférer que leur reflet est le leur. Ils peuvent aussi s'identifier sur des photographies ou des vidéos à l'aide d'autres indices que les traits faciaux (voix, vêtements, démarche, etc) comme ils le font pour reconnaître d'autres personnes (Damasio, Tranel, & Damasio, cités par Brédart & Young, 2004 ; Phillips, Howard, & David, 1996). Un autre trouble général de la reconnaissance des visages est l'illusion de Capgras : les personnes qui en souffrent peuvent parfaitement reconnaître les visages familiers toutefois leur réaction émotionnelle à ceux-ci est inappropriée. De là, elles ressentent un sentiment d'étrangeté qu'elles essayeraient de rationaliser en imaginant qu'un imposteur a pris possession du corps de leur proche (Ellis & Lewis, 2001 ; Young, Reid, Wright, & Hellawell, 1993). Elles ont parfois dans certains cas les mêmes réactions face à des représentations d'elles-mêmes (Capgras & Reboul-Lachaux, 1923, cités par Brédart & Young, 2004).

Comme nous l'avons déjà mentionné plus tôt dans l'exposé, les schizophrènes qui, selon certains, connaîtraient des problèmes dans les processus de traitement de soi présenteraient également parfois le signe du miroir (Delmas, 1929, cité par Phillips et al., 1996 ; Jeannerod, 2003a, 2003b). Par ailleurs, d'autres personnes, bien qu'elles reconnaissent parfaitement leur propre visage auraient des difficultés à accepter l'aspect de celui-ci. C'est souvent le cas des patients atteints de dysmorphophobie. Ce trouble amènerait ces personnes à avoir des croyances problématiques dans leur usage du miroir. Ces dernières sont, par exemple, que les personnes espèrent continuellement qu'elles vont avoir l'air différentes de ce qu'elles ont en tête quand elles se regarderont dans le miroir ou qu'elles doivent essayer de trouver leur meilleur profil à montrer en public (Veale & Riley, 2001). D'autres encore, tels que des aveugles tardifs ou des personnes dont les muscles faciaux sont paralysés présentent également des perturbations émotionnelles du fait de ne plus pouvoir voir leur visage (et celui des autres) ou de ne pas pouvoir s'exprimer de façon non-verbale à l'aide du visage (Cole, 1999).

Enfin, il est intéressant de noter que des problèmes d'identification de soi peuvent parfois survenir chez des sujets sains (Brédart & Young, 2004). Il s'agit le plus fréquemment de reconnaissance de soi mais avec une impression que l'aspect est inhabituel (on peut faire le parallèle avec l'illusion de Capgras), de mauvaises identifications (confondre son image avec celle de quelqu'un d'autre), ou d'échec de reconnaissance de soi (le visage semble non-familier). Dans ce dernier cas, les conditions de vision sont souvent mauvaises et la personne se comporte un peu comme un prosopagnosique, c'est-à-dire qu'elle peut s'identifier grâce au contexte, aux vêtements, etc. Cependant, contrairement à ce qu'il se passe dans les cas pathologiques, ces erreurs sont transitoires et corrigibles (Brédart & Young, 2004).

II. Les changements du visage au cours de la vie

Une fois que nous avons appris à connaître notre visage ou celui d'autres personnes, nous ne pouvons cependant pas en rester là car il nous faut mettre cette connaissance continuellement à jour. En effet, notre visage, tout comme notre corps, subit diverses transformations au cours de notre croissance et au fur et à mesure que nous vieillissons. Quand nous rencontrons des personnes quotidiennement cela ne pose évidemment aucun problème puisque ces changements sont très graduels. Cependant, lorsque nous perdons une personne de vue pendant plusieurs années, la reconnaissance peut s'avérer plus laborieuse (Bruck, Cavanagh, & Ceci, 1991, cités par Bruce & Young, 1998). Nous allons donc tenter de décrire ces changements et la façon dont ils sont utilisés pour émettre des jugements sur l'âge ou sur d'autres caractéristiques des personnes.

2.1. Description de l'évolution du visage avec l'âge

Selon Bruce et Young (1998), les transformations du visage liées à l'âge peuvent être classées en deux grandes catégories : (1) les changements de forme (croissance ou perte/prise de poids) et (2) les changements de texture et de couleur (peau, cheveux).

Le plus grand effort pour modéliser la première catégorie de changements a été réalisé par l'équipe de Mark, Pittenger, Shaw et Todd (pour une revue, voir Mark, Shaw, & Pittenger, 1988). Dès le milieu des années 1970, ces auteurs ont ainsi tenté de modéliser les transformations survenant sur le crâne et le visage de l'enfance à l'âge adulte. Pittenger et Shaw (1975a) ont commencé par comparer l'effet sur le jugement d'âges relatifs de deux transformations mathématiques différentes appliquées à l'esquisse du visage d'un garçon de 10 ans de profil. L'une d'entre elle était appelée « pression cardioïdale » (strain) et représentait la pression de la gravité à l'intérieur d'une sphère remplie de fluide (le crâne) à partir d'un point situé à la rencontre du tronc cérébral et de la moelle épinière, l'autre était dénommée « étirement » (shear) et modélisait le changement d'angle de la face, de plus en plus oblique avec l'âge. Ils ont trouvé que les profils affectés par la première transformation, par rapport à la seconde, étaient mieux classés chronologiquement par les sujets et que ces derniers étaient sensibles à des changements très fins (voir aussi Mark & Todd, 1985). Ensuite Pittenger, Shaw et Mark (1979) ont illustré la généralisabilité de la transformation par pression cardioïdale en montrant qu'elle produisait les mêmes jugements d'âge lorsqu'elle était appliquée à des profils d'animaux (oiseau, singe et chien) et même à des voitures

« coccinelles » (voir figure 5). Cependant, lorsqu'ils transformaient des formes angulaires, telles que des têtes de robots, selon cette formule, les sujets ne les classaient plus de façon appropriée et il semblerait donc que cette formule ne convienne que pour des formes courbées (comme le sont les formes biologiques, Mark, Shapiro, & Shaw, 1986).

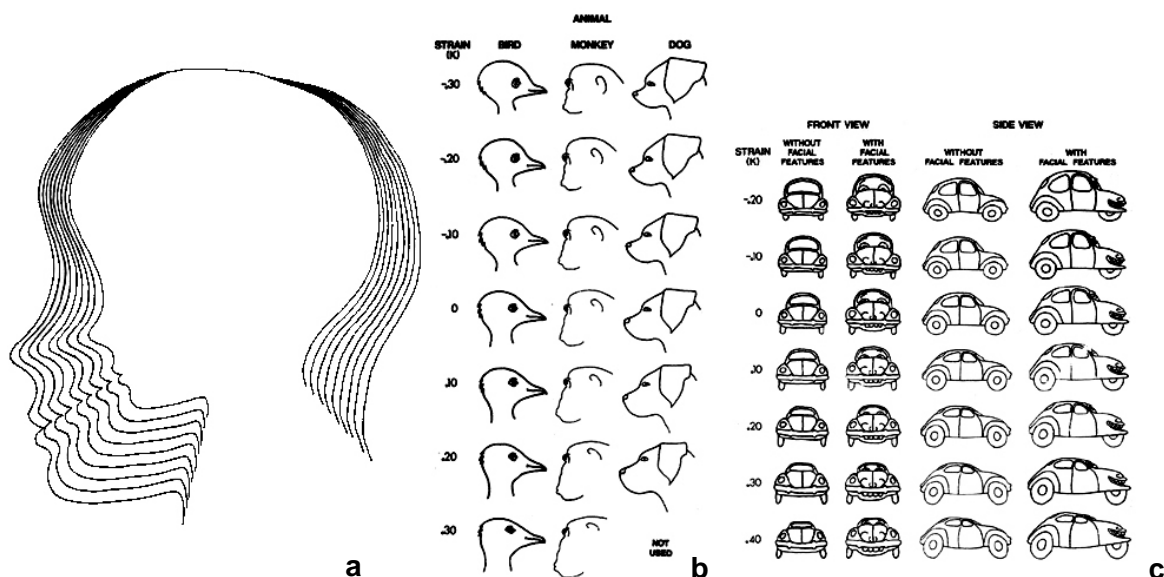


Figure 5. a. Application de la transformation par contrainte cardioïdale sur un profil de jeune enfant (à l'intérieur) ; les profils successifs apparaissent plus âgés (tiré de Mark et al., 1988). b. Application de la même transformation à des profils d'animaux (de plus en plus vieux vers le bas, Pittenger et al., 1979). c. Application de la même transformation à des voitures (de plus en plus âgées vers le bas, Pittenger et al., 1979).

Puisque ces expériences s'étaient déroulées jusque là avec de simples esquisses, Mark et Todd (1983) ont voulu voir si la pression cardioïdale était toujours adéquate pour modéliser la croissance sur des stimuli plus réalistes. Pour cela, ils ont construit un buste à partir de la photographie d'une jeune fille de 15 ans et ont appliqué la transformation cardioïdale de façon à construire un second buste à l'apparence plus jeune. Les sujets ont effectivement jugé le second buste comme étant plus jeune que le premier, et les proches de la jeune fille ont confirmé que le buste le plus jeune lui ressemblait quand elle avait 5 ans, sauf qu'à ce moment là elle était un peu plus joufflue. Bruce, Burton, Doyle et Dench (1989) ont répliqué ces résultats avec des visages virtuels en trois dimensions et confirmé que la pression cardioïdale pouvait être perçue adéquatement en 3D. Néanmoins, ils ont tout de même montré que les jugements pouvaient être inconsistants en fonction des indices sur lesquels les sujets se basaient (ils pouvaient « confondre » un visage enfantin avec un visage de vieillard, notamment car les stimuli n'avaient pas de cheveux) et en fonction des consignes données.

Dans une représentation de la pression cardioïdale de face (transformation pseudo-cardioïdale), le front serait donc de plus en plus petit et le menton de plus en plus grand au

fur et à mesure de l'avancement de la croissance (Berry & McArthur, 1986 ; Montepare & Zebrowitz, 1998 ; voir par exemple la figure 6). Cette modélisation, bien qu'elle soit efficace pour décrire le développement crânio-facial lors de la croissance et qu'elle soit donc un indice approprié pour les visages jeunes (George et Hole, 1995), néglige cependant certains éléments. Des auteurs ont en effet montré que la transformation par pression cardioïdale ne tenait pas compte de la croissance de certains éléments faciaux tels que le nez, les oreilles, les sourcils (plus épais et moins hauts chez l'adulte que chez l'enfant), ni du changement de taille des yeux et de la bouche (plus petits par rapport au reste du visage chez les adultes que chez les jeunes enfants) ou encore de la répartition des tissus graisseux (Berry & McArthur, 1986 ; Bruce & Young, 1998 ; Burt & Perrett, 1995 ; George & Hole, 1998b ; Montepare & Zebrowitz, 1998). Par ailleurs, comme nous l'avons déjà noté, elle n'est pertinente que pour la description des changements intervenant jusqu'à l'âge adulte puisque la croissance du crâne s'arrête environ vers 30 ans (Mark et al., 1980) et que d'autres changements interviennent plus massivement à partir de ce moment là (apparition de rides, perte d'élasticité de la peau, etc). En effet, Mark et al. (1980) ont montré que les sujets utilisaient aussi bien la forme du crâne que la quantité et l'importance des rides pour évaluer l'âge d'esquisses de visages et que le niveau d'un des types d'information influençait le jugement de l'âge pour l'autre type d'information (par exemple un visage à la forme très jeune avec un nombre de rides important était jugé plutôt âgé que jeune, les rides étant plus saillantes). Il existerait donc, parmi les informations pertinentes pour juger de l'âge d'une personne, une relation complexe entre les différents types de changements crânio-faciaux (George & Hole, 2000 ; Mark et al., 1980).

D'autres auteurs se sont donc attachés à décrire un second type de changements intervenant sur les visages plus tardivement dans le développement : les changements de surface et de couleur. Burt et Perrett (1995) ont mélangé ensemble (en les moyennant) des échantillons de visages appartenant à certaines tranches d'âge afin d'extraire les indices de structure/forme et de couleur (peau et cheveux) caractéristiques de celles-ci. Ils ont montré que ces caractéristiques de forme et de couleur, appliquées à des visages particuliers, affectaient l'âge perçu de ceux-ci, et d'autant plus quand elles étaient combinées. Dans une série d'expériences, George et Hole ont mis certaines informations faciales en conflit (trait internes jeunes dans un visage plus âgé et inversement, 1998b) ou ont rendu certaines d'entre elles indisponibles au moyen de diverses manipulations des images (par exemple, laisser apparaître uniquement les basses fréquences sur la photographie d'un visage, ce qui supprime les détails des traits et la texture, 2000). De cette façon, ils ont pu mettre en exergue l'importance des indices de surface (texture de la peau, 1995, 2000), des éléments faciaux (yeux, nez et bouche) eux-mêmes (1998b) en plus des indices de forme et de

configuration (disposition des éléments les uns par rapport aux autres, 2000, voir aussi Pittenger & Shaw, 1975b) dans l'estimation de l'âge d'un visage. Enfin, Pittenger et Shaw (1975b) ont également trouvé que certaines conventions sociales (la taille des cheveux par exemple) pouvaient jouer un rôle dans la perception de l'âge.

2.2. Utilisation des informations liées à l'âge

L'âge est une caractéristique importante pour le traitement et la catégorisation des visages (Brewer & Lui, 1989 ; George & Hole, 1998a ; Montepare & Zebrowitz, 1998). Les humains seraient très efficaces pour évaluer l'âge de leurs semblables (Burt & Perrett, 1995 ; George & Hole, 1995, 2000 ; Pittenger & Shaw, 1975b) et ce processus serait très robuste grâce aux nombreux indices différents (voir ci-dessus) disponibles sur notre visage et notre crâne (George & Hole, 2000). Ainsi, lorsque certaines informations potentielles sont indisponibles, les sujets se baseraient sur les informations restantes pour donner des appréciations de l'âge assez correctes (George & Hole, 2000). L'estimation de l'âge devient toutefois de plus en plus difficile avec la diminution des indices (George & Hole, 2000 ; Pittenger & Shaw, 1975b).

Selon la « théorie écologique » (McArthur & Baron, 1983, cités par Berry & McArthur, 1986 ; Montepare & Zebrowitz, 1998), la perception d'attributs personnels tels que les caractéristiques faciales, la voix ou la façon de bouger aurait une fonction adaptative, aussi bien pour l'individu que pour l'espèce (pour une revue, voir Berry & McArthur, 1986 ; Montepare & Zebrowitz, 1998). Ainsi, percevoir adéquatement les attributs faciaux d'une personne permettrait à un individu d'avoir un comportement adapté et de savoir ce qu'il peut lui offrir et ce qu'il peut en attendre (*behavioral affordances*). Une de ces opportunités comportementales essentielles est celle liée à l'âge car celui-ci implique des traitements différents (par exemple, on ne parle pas à un enfant, à une personne âgée ou à une personne d'âge moyen de la même façon). Ainsi, le fait de détecter grâce aux indices faciaux qu'un individu est un jeune enfant (pour rappel : grand front et petit menton, sourcils plus fins, yeux plus larges, cheveux plus clairs, lèvres plus larges et rouges, nez plus petit et éléments faciaux moins longs par rapport à l'adulte) entraînera chez un adulte des comportements de soin et de protection et inhibera les comportements violents (Berry & McArthur, 1986 ; Montepare & Zebrowitz, 1998).

Ces perceptions généralement adaptatives mèneraient parfois à des erreurs de jugement à cause d'un phénomène de surgénéralisation (Berry & McArthur, 1986 ;

Montepare & Zebrowitz, 1998). En effet, il serait plus adaptatif de généraliser trop que trop peu. Par conséquent, des adultes avec des attributs faciaux caractéristiques des enfants seront perçus par les autres comme plus naïfs, plus soumis, plus honnêtes, plus chaleureux, plus faibles (physiquement et mentalement) et moins menaçants (Berry & McArthur, 1986 ; Montepare & Zebrowitz, 1998 ; Zebrowitz & Montepare, 1992), et cela dans différentes cultures (McArthur & Berry, 1987 ; Montepare & Zebrowitz, 1998). Inversement, les attributs faciaux plus matures que ceux de leur âge réel de certains enfants pourraient dans certains cas amener chez les parents des attentes disproportionnées par rapport à leur âge chronologique et les rendre plus vulnérables aux comportements abusifs ou à des punitions plus importantes que chez d'autres enfants lorsque ces attentes ne sont pas rencontrées (McCabe, 1984 ; Zebrowitz, Kendall-Tackett, & Fafel, 1991).

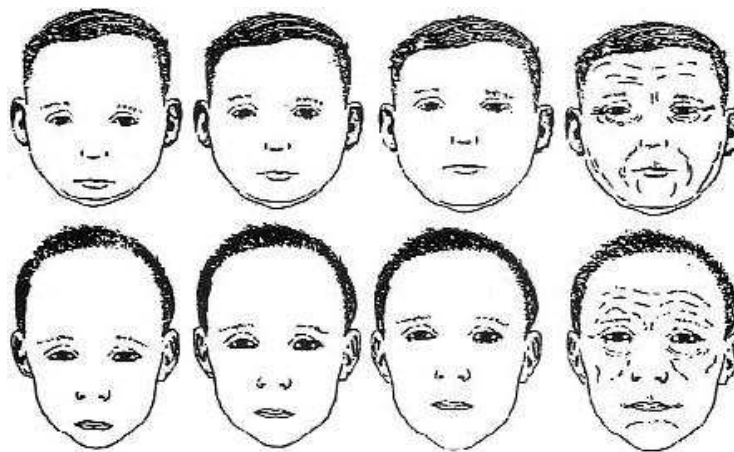


Figure 6. Stimuli utilisés par Montepare et McArthur (1986) : les visages varient quant au placement vertical des traits internes (transformation pseudo-cardioïdale) et quant à la présence ou non de rides.

Il semblerait par ailleurs que les enfants usent déjà très tôt des attributs faciaux pour juger de certains traits de caractère (par exemple la dominance, Keating & Bai, 1986) et des indices faciaux de l'âge (Montepare & Zebrowitz, 1998). Ceux-ci seraient d'ailleurs les mêmes que ceux utilisés par les adultes (variations de la forme du crâne et rides, avec un plus grand impact de ces dernières, Montepare & McArthur, 1986 ; voir figure 6). Cependant, selon Montepare et McArthur (1986), les enfants entre deux ans et demi et six ans auraient plus de facilité à faire un jugement catégoriel (dire quel visage est le « bébé », le « garçon » ou le « monsieur » par exemple) qu'un jugement relatif (désigner parmi deux visages celui qui a l'air le plus jeune).

C'est sur un de ces indices de l'âge que nous allons nous même jouer pour transformer les visages de nos participants. Mais avant tout, il nous faut préciser la méthode psychophysique que nous avons utilisée.

III. Mesure de la précision de la représentation des visages familiers

Certains auteurs ont évalué la précision de la représentation en mémoire d'un visage très familier en effectuant des modifications très fines de la configuration du visage. Ainsi, Ge, Luo, Nishimura et Lee (2003) faisaient varier, sur une photographie classique du visage de Mao Tse TOUNG, l'écart inter-oculaire d'un pixel à la fois (jusqu'à 9 pixels) de chaque côté sur un axe horizontal, vers l'intérieur ou vers l'extérieur (voir figure 7). La tâche d'un premier groupe de participants, des chinois, était de juger de mémoire quel était le visage authentique de Mao parmi les visages modifiés et le visage intact présentés plusieurs fois dans un ordre aléatoire (tâche de **reconnaissance**). Cela permettait ensuite d'établir un seuil de discrimination (JND pour Just Noticeable Difference, voir aussi Bonnet, 1986) entre visage intact et visages modifiés pour chaque sujet et d'avoir une idée de la précision de la représentation mnésique que les participants avaient de ce visage familier. Les auteurs avaient fait le choix conservateur de fixer ces JND à 75% de part et d'autre de la courbe psychophysique (voir figure 8). Deux autres groupes de participants (des asiatiques et des caucasiens vivant aux USA) réalisaient quant à eux une tâche de **discrimination perceptive**. Deux visages leur étaient cette fois présentés à l'écran : le visage original de Mao et le même visage, modifié dans la moitié des cas et intact dans l'autre moitié. Ils avaient pour consigne de juger si les deux visages étaient identiques ou pas.



Figure 7. Echantillon des stimuli utilisés par Ge et al. en 2003.

Les résultats ont montré que plus les modifications étaient grandes, mieux les sujets les détectaient et rejetaient le visage comme n'étant pas celui de Mao dans la tâche de reconnaissance ou comme n'étant pas identique à l'original dans la tâche de discrimination perceptive (voir figure 8). Les performances en terme de JND du premier groupe de sujets qui réalisaient la tâche de mémoire ne différait pas de façon significative des performances des deux autres groupes qui passaient la tâche de discrimination perceptive. Selon les auteurs, ces résultats montrent que la mémoire pour les visages familiers est hyper-fidèle puisqu'elle donne lieu aux mêmes performances que lorsque des sujets ont à effectuer un jugement perceptif sur deux visages qu'ils ont sous les yeux. Cependant, les auteurs ont regretté d'avoir présenté le visage original de Mao dans la moitié des cas (au lieu de le présenter dans la même proportion que chacun des autres visages transformés, c'est-à-dire une fois sur dix-neuf) parce que les sujets pourraient très bien l'avoir appris au cours de l'expérience et utiliser leur mémoire à court terme pour répondre. Il serait néanmoins intéressant, selon Ge et al., d'évaluer si ces résultats peuvent se généraliser à d'autres visages célèbres et avec d'autres transformations faciales. Par ailleurs, une telle évaluation n'a jamais été réalisée pour des visages personnellement familiers, ni par conséquent pour le propre visage des participants, et c'est l'objectif que nous nous sommes fixé dans ce mémoire.

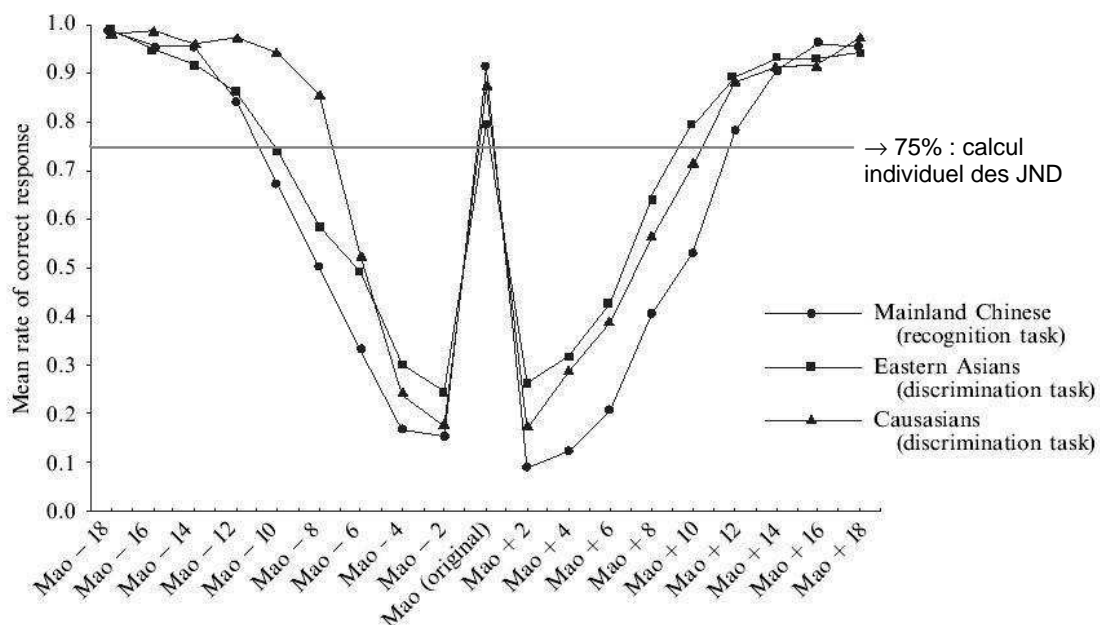


Figure 8. Résultats obtenus par Ge et al. (2003) : Proportion de réponses correctes en fonction du stimulus, de la tâche et du type de participant. Deux JND, en pixels, étaient calculées pour chaque sujet : une pour le rapprochement et une pour l'écartement des yeux.

PARTIE PRATIQUE

I. But de notre expérience

Dans cette partie pratique, nous allons adapter la méthode utilisée par Ge et al. (2003) à l'étude des visages personnellement familiers. Plutôt que de modifier l'écart interoculaire, nous avons choisi de procéder à la modification de l'un des paramètres qui joue sur l'âge apparent des visages (Berry & McArthur, 1986 ; Bruce & Young, 1998 ; Mark et al., 1988 ; Montepare & Zebrowitz, 1998). Nous allons donc déplacer de façon graduelle les traits internes (bouche, nez, yeux et sourcils) du visage des participants sur un axe vertical. En effet, la technique psychophysique que nous allons utiliser implique de ne modifier qu'une seule dimension d'un visage et nous avons donc choisi celle qui nous semblait la plus aisément combinable avec cette technique. Cette procédure nous permettra d'étudier à la fois la précision de la représentation que nous avons de notre propre visage en mémoire en fonction des contraintes visuelles dont il est l'objet (Gregory, 2001), et à la fois l'effet éventuel des différentes configurations que notre visage a connues au cours du développement crânio-facial (pour une revue, voir Bruce & Young, 1998 ; Mark et al., 1988).

Afin de comparer la reconnaissance de notre propre visage à la reconnaissance d'autres visages très familiers et de contrôler la distinctivité des visages individuels, nous allons recourir à des paires d'amis (jeunes pour que la transformation reste pertinente et que la peau de leur visage n'ait pas encore subi d'altérations trop importantes, Burt & Perrett, 1995 ; George & Hole, 1995 ; Mark et al., 1980) du même sexe qui verront tout deux leurs deux visages lors d'une tâche de reconnaissance (Ge et al., 2003). Nous allons également tester d'autres participants avec une tâche de discrimination perceptive (voir Ge et al., 2003) afin de comparer leurs performances avec celles obtenues dans la tâche de reconnaissance pour savoir si la connaissance de notre visage est très précise et seulement limitée par les capacités de notre système visuel ou si inversement elle est influencée par son apparence passée. Cette expérience nous permettra enfin de voir dans quelle mesure les résultats de Ge et al. (2003) sont généralisables avec une autre transformation que la leur et avec des visages personnellement familiers, encodés naturellement en trois dimensions et avec des exemplaires plus diversifiés que dans le cas de Mao Tse Toung.

II. Hypothèses

Notre première hypothèse concerne un possible effet principal de l'identité du visage. Si les différentes configurations que notre visage a connues au cours de notre vie influencent toujours les représentations que nous en avons à l'heure actuelle, nous devrions être moins bons pour y détecter les modifications par rapport au visage de quelqu'un d'autre de familier. De plus, de par les contraintes physiques imposées par le fait que nos yeux font partie intégrante de notre propre visage (Gregory, 2001), nous n'avons pas accès au même éventail de vues (changement d'orientation, de direction du regard, d'expression, de luminosité, etc.) de nous-même que des autres personnes rencontrées quotidiennement et cela pourrait mener à une représentation moins robuste (selon le terme employé par Tong et Nakayama en 1999) et moins précise de nous-même que des autres personnes très familières.

Notre seconde hypothèse prévoit un biais pour les traits internes descendus. Si nous restons influencés par l'aspect que notre visage a eu au cours de notre existence, nous devrions détecter moins bien les changements pour lesquels les traits internes sont plus bas puisque cela donne une apparence plus jeune au visage (Berry & McArthur, 1986 ; Bruce & Young, 1998 ; Mark et al., 1988 ; Montepare & Zebrowitz, 1998) et une configuration que nous avons connue. Par contre, n'ayant jamais vu notre visage avec une configuration plus âgée (avec des traits internes plus élevés) qu'il ne l'est actuellement, les modifications des traits internes vers le haut devraient être mieux détectées.

Notre troisième hypothèse envisage un effet d'interaction entre la cible et le sens de la modification : le biais pour les traits descendus devrait être plus grand pour le propre visage des personnes que pour le visage d'autres personnes familières puisque, généralement, elles connaissent leur propre visage depuis plus longtemps et l'ont connu avec un aspect beaucoup plus jeune que le visage des autres personnes familières.

Notre quatrième hypothèse concerne la tâche de discrimination perceptive. Puisque les participants de cette condition ne connaissent pas les visages qu'ils devront juger et qu'ils auront à faire un jugement purement perceptif, il ne devrait pas y avoir pour eux d'effet principal du sens de la modification des traits internes. Autrement dit, les sujets devraient détecter de la même façon les traits descendus et les traits montés à l'intérieur des visages.

Enfin, nous avons pour hypothèse générale que, comme dans l'étude de Ge et al. (2003), plus les modifications seront importantes, mieux elles devraient être détectées par les participants, que ce soit dans la tâche de reconnaissance ou dans la tâche de discrimination perceptive.

II. Expérience 1 : Détection de transformations faciales

3.1. Méthode

3.1.1. Participants

Nos participants étaient des étudiants de l'Université de Liège. Afin de pouvoir calculer les JND (voir Ge et al., 2003) en partant d'une ligne de base où le sujet est capable de réaliser la tâche, c'est-à-dire d'identifier les visages originaux correctement, nous avons fixé un critère d'inclusion arbitraire : nous avons pris en considération uniquement les couples dans lesquels les deux participants pouvaient identifier correctement 50 % ou plus des visages d'origine. Lorsqu'un des deux participants avait moins de 50 %, nous retirions le couple entier de l'étude, puisque les deux membres étaient contrôles l'un de l'autre.

Pour la partie *reconnaissance* de l'expérience, nous avons fait appel à 10 paires d'*alter ego* de même sexe de façon à ce que chacun soit à la fois « soi » pour lui-même et « autre » pour son pair. Parmi ces 10 couples, nous avons dû en éliminer deux : un premier dont l'un des membres ne correspondait pas au critère d'inclusion (30 et 35% d'identification correcte des photographies originales), et un second dont l'un des membres ne correspondait pas non plus au critère (5% d'identification de son propre visage) en plus d'avoir fait preuve d'un comportement non-coopératif. Nous avons donc effectué nos analyses sur 8 couples (8 femmes et 8 hommes d'âge moyen égal à 20,75 ; E-T=1,39). Ces couples se connaissaient depuis au minimum 2 ans et au maximum depuis 16,5 ans ($\bar{X}=7,75$ ans, E-T=5,4 ans). Ils avaient tous le visage dégagé (sans lunettes, glabre et sans piercing) et une vision normale ou corrigée. La participation se faisait sur base volontaire et nous avons obtenu des participants leur consentement éclairé pour l'utilisation de leur photographie.

Puisque nous avons 16 visages cibles dans la première partie de cette expérience, il nous fallait 16 sujets contrôles correspondant au même critère d'inclusion (50% d'identification correcte de la photographie originale) dans la partie *discrimination perceptive*. Nous avons pour cela vu 18 sujets (9 femmes et 9 hommes) dont 2 avaient des

performances inférieures au critère d'inclusion (une femme qui avait 40% et un homme qui avait 15%) et n'ont donc pas été inclus dans les analyses. L'âge moyen des 16 participants restant avec lesquels nous avons réalisés nos analyses était de 23,75 ans ($E-T=2,93$).

3.1.2. Matériel

Nous avons photographié chacun des membres des couples à l'aide d'un appareil photographique numérique Nikon (Coolpix 2500). Les sujets étaient assis devant un fond uniforme de couleur beige situé à une distance de 1,5 m de l'objectif. Nous leur demandions de maintenir la tête le plus droit possible et de regarder vers l'objectif en gardant une expression faciale neutre. L'appareil était réglé de façon à prendre des photographies en couleur de haute résolution (1280 X 960 pixels), avec le flash, le dispositif anti-yeux rouges, et un zoom maximal (3X).

Ensuite, à l'aide d'un logiciel de traitement d'images (Gimp²) nous appliquons, si nécessaire, une rotation aux photographies de façon à ce que les yeux soient alignés sur une ligne horizontale. Les photographies étaient ensuite centrées sur le visage en lui-même dans un cadre de 610 X 796 pixels (taille optimale pour inclure la tête entière de tous les sujets dans le cadre), puis redimensionnées de façon à obtenir des images de taille 450 X 587 pixels, d'une résolution de 0,035 cm par pixel. Nous procédions alors aux transformations faciales. Après avoir sélectionné les traits internes (yeux, sourcils, nez et bouche) du visage, nous faisons descendre ceux-ci par pas de 2 pixels, jusqu'à 18 pixels, et ensuite nous les montions, à nouveau à partir du visage original, par pas de 2 pixels, jusqu'à 18 pixels. Nous avons donc 9 modifications vers le haut et 9 vers le bas, ce qui donnait, avec le visage de départ, un total de 19 images en couleur pour chaque visage. Les photographies obtenues étaient alors traitées de façon à supprimer les éléments faciaux qui se répétaient (par exemple des morceaux de sourcils, de bouche, des grains de beauté, ou des cicatrices) et à leur donner un aspect le plus naturel possible (voir figure 9). Enfin, nous retournions sur un axe horizontal toutes les photographies de façon à ce qu'elles représentent la vue en miroir du visage des participants, pose à laquelle ils sont le plus souvent confrontés. Pour chaque couple de sujets, nous avons donc, sans tenir compte de l'orientation, un total de 38 stimuli. Ces stimuli étaient présentés sur un fond noir (aussi bien dans la tâche reconnaissance que dans celle de discrimination perceptive).

² www.gimp.org

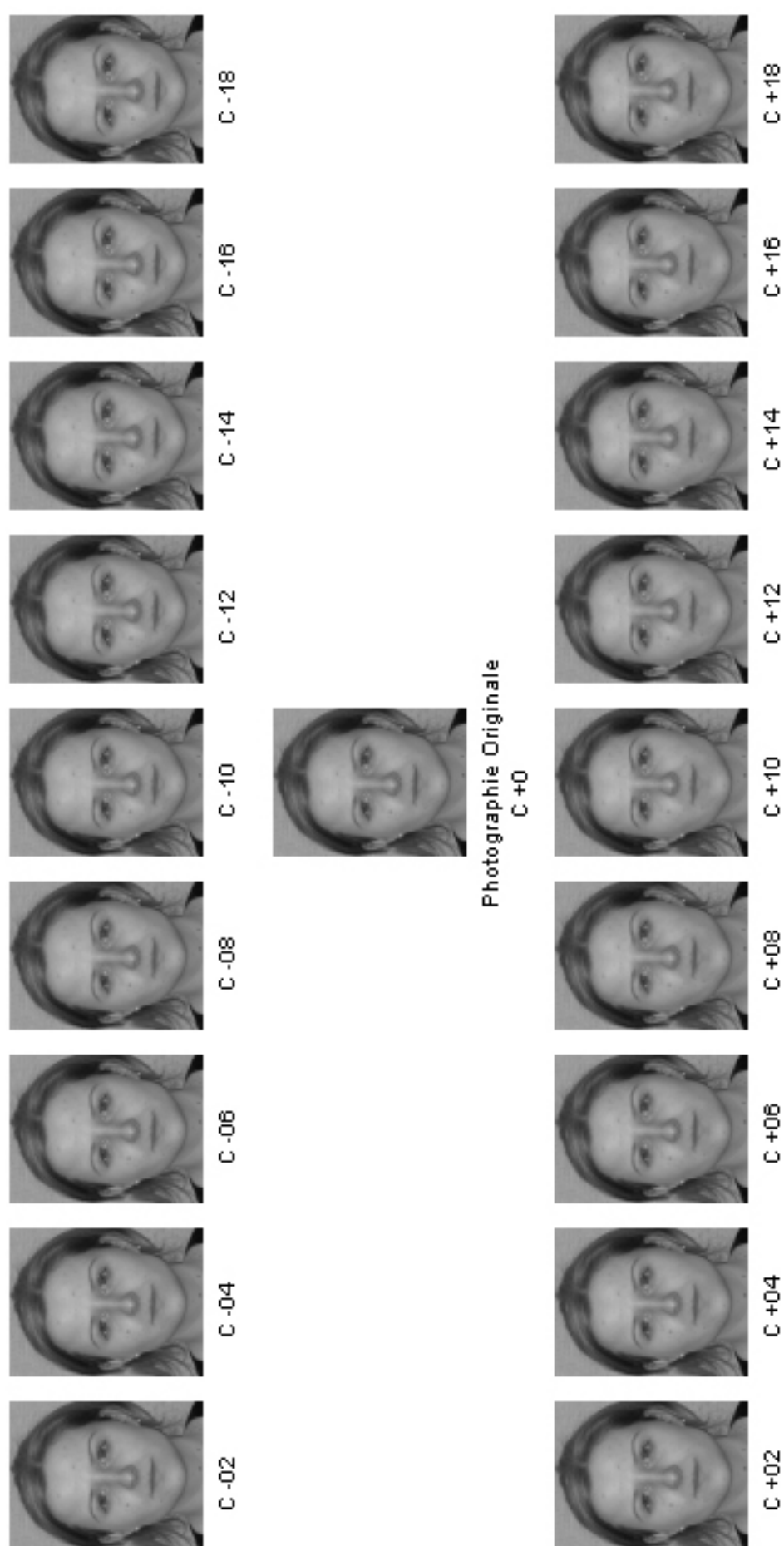


Figure 9. Illustration des modifications réalisées sur un des visages-stimuli utilisés dans les expériences 1 et 2.

3.1.3. Procédure

Les participants passaient l'expérience individuellement dans une pièce à la lumière tamisée. Les stimuli étaient présentés sur un écran 17 pouces, de résolution 1024 X 768 pixels, situé à une distance de 50 cm des sujets (un pixel avait donc une taille angulaire de 2,41 minutes d'arc³). L'expérience était programmée sur le logiciel E-Prime (version 1.0).

Dans la partie *reconnaissance*, chacune des 38 photographies était présentée 20 fois (760 présentations) au centre de l'écran (voir figure 10a). Contrairement à Ge et al. (2003), nous avons donc présenté un visage original une fois pour 18 visages modifiés, afin que les sujets ne puissent pas « apprendre » quel est le visage original juste par le fait de le voir beaucoup plus souvent que les autres comme cela eut été le cas si nous l'avions présenté dans 50% des cas. Chaque participant voyait les différentes versions de son propre visage en orientation miroir et celles du visage de son pair en orientation normale. Les sujets étaient confrontés à 4 blocs de 190 items : deux blocs consécutifs étaient composés des photographies du participant et les deux autres des photographies de son collègue. Chaque bloc était séparé des autres par une pause fixe de 2 minutes (sauf celle séparant les deux parties dédiées à chaque visage qui durait une minute) et démarrait après que le sujet ait appuyé sur la barre d'espace. L'ordre de présentation était aléatoire à l'intérieur de chaque bloc. Au sein de chaque couple, l'ordre de présentation des blocs restait le même, de façon à ce quel le premier sujet voit en première partie son visage puis en seconde partie le visage du pair, et à ce que le second voit le visage de son collègue en premier lieu, puis ensuite le sien. Chaque item était séparé des autres par un blanc (écran noir) de 1500 ms suivi d'une croix de fixation (blanche sur fond noir) de 500 ms et restait un maximum de 10 secondes à l'écran ou jusqu'à ce que le sujet ait donné sa réponse. Avant de commencer la tâche en elle-même, les 19 versions du premier visage cible étaient présentées une fois pendant 3 secondes chacune et dans un ordre aléatoire. Les instructions suivantes étaient données oralement au participant :

« Vous allez voir des photographies de votre propre visage/du visage de X. Certaines de ces photographies ont été manipulées à l'aide d'un logiciel de traitement d'images : nous avons soit remonté, soit descendu vos traits internes (nez, bouche et yeux). Pour vous donner une idée des photographies que vous allez devoir juger, je vais d'abord vous les montrer une fois chacune. »

³ Taille obtenue par la formule suivante : $\text{Tan}^{-1}(\text{résolution image/distance sujet-écran}) \times 60$

Après avoir vu les différentes photographies, les participants recevaient cette consigne :

« Maintenant, vous allez devoir juger si la photographie présentée à l'écran est celle de votre visage/du visage de X intact (réponse « oui ») ou si votre/son visage a été manipulé (réponse « non »). Donnez la réponse « non » que les traits internes aient été remontés ou descendus. A partir de maintenant, les photographies disparaîtront après votre réponse, mais elles ne restent cependant pas un temps indéfini à l'écran, essayez donc de ne pas trop vous attarder dessus. Au total, l'épreuve comprend 760 essais, aussi, trois petites pauses sont prévues durant l'expérience. »

Les consignes concernant les réponses à donner étaient également résumées à l'écran avant de commencer chacun des 4 blocs. Une étiquette avec l'inscription « oui » était posée sur la touche « s » et une autre avec l'inscription « non » sur la touche « l ». Après que les participants aient réalisé les deux premiers blocs et lorsque la seconde pause prenait fin, les différentes versions du second visage cible leur étaient présentées, à nouveau pendant 3 secondes chacune et dans un ordre aléatoire. Les sujets répondaient alors aux deux derniers blocs. L'expérience durait au total entre 1 heure et 1 heure 15, selon la rapidité des participants.

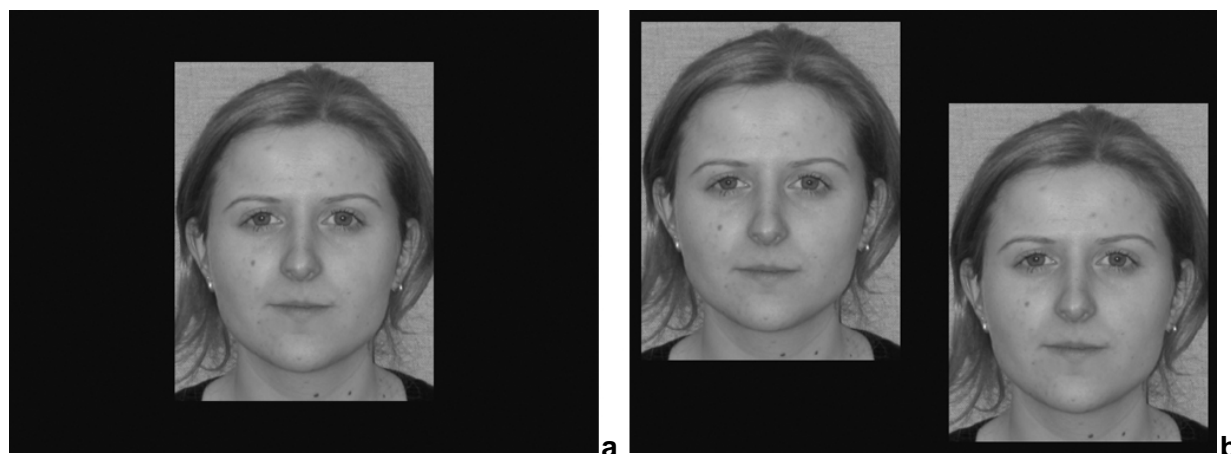


Figure 10. a. Disposition du stimulus (C+08) dans la tâche de reconnaissance. b. Exemple de disposition dans la tâche de discrimination perceptive (originale en haut à gauche et photographie modifiée - C+08 - en bas à droite).

Dans la partie *discrimination perceptive*, un visage du même sexe que le participant était assigné à chacun sur base du fait qu'il ne l'avait jamais rencontré auparavant. Chacun des 16 visages était présenté à un seul sujet. Les stimuli étaient cette fois composés de deux photographies côte à côte : la photographie originale et soit une photographie modifiée, soit une photographie identique à côté (séparées par un espace de 84 px). Le visage original se trouvait toujours du même côté pour un même participant et ce côté était contrebalancé

entre les sujets. Afin que le jugement ne se fasse pas sur une simple comparaison par alignement entre les 2 photographies, celles-ci étaient décalées sur l'axe vertical (de 141 px, de façon à laisser une bordure de 20 px au-dessus de l'image la plus haute et 20 px en-dessous de l'image la plus basse). L'originale se trouvait dans la moitié des cas en haut et dans l'autre moitié en bas par rapport à l'autre photographie (voir figure 10b). Le déroulement de l'expérience était exactement le même que dans la partie « reconnaissance », sauf que les participants ne voyaient le visage que d'une seule personne, présenté en 2 blocs de 190 items à nouveau séparés par une pause de 2 minutes. Comme dans la partie « reconnaissance », les 19 stimuli étaient présentés une première fois aux participants pendant 3 secondes chacun pour qu'ils voient à quoi s'attendre. Avant cela, ils recevaient ces instructions :

« Vous allez voir des photographies du visage d'une personne inconnue. Certaines de ces photographies ont été manipulées à l'aide d'un logiciel de traitement d'images : nous avons soit remonté, soit descendu ses traits internes (nez, bouche et yeux). Vous aurez toujours la photographie originale de cette personne à gauche/droite de l'écran, avec soit la même photographie originale, soit une photographie modifiée à droite/gauche. Pour vous donner une idée des photographies que vous allez devoir juger, je vais d'abord vous les montrer une fois chacune. »

Ensuite, la consigne suivante leur était donnée :

« Maintenant, vous allez devoir juger si les deux photographies sont identiques (réponse « oui ») ou si le visage de droite/gauche a été manipulé (réponse « non »). Donnez la réponse non que les traits internes aient été remontés ou descendus. A partir de maintenant, les photographies disparaîtront après votre réponse mais elles ne restent cependant pas un temps indéfini à l'écran, essayez donc de ne pas trop vous attarder dessus. Au total, l'épreuve comprend 380 essais, aussi, une petite pause est prévue au milieu de l'expérience. »

Les consignes étaient de nouveau résumées à l'écran avant le début de chaque bloc. L'expérience durait entre 35 et 45 minutes selon la vitesse de réponse des participants.

3.1.4. Variables et analyses statistiques

Nous avons trois variables indépendantes en mesures répétées : l'identité de la cible (soi et autre), le sens de la modification (bas et haut) et la grandeur de la modification (9

niveaux dans chaque sens); et une variable indépendante inter-sujets : la tâche (reconnaissance ou discrimination perceptive)⁴. Les variables dépendantes utilisées étaient la proportion d'identifications correctes de la photographie originale, la proportion de rejets corrects des photographies modifiées et enfin, les JND, en pixels⁵. Nous avons donc effectué des t de Student pour échantillons appariés pour étudier l'effet de l'identité de la cible lorsque la variable indépendante comportait 2 modalités, et des ANOVA doubles en mesures répétées dans les autres cas. Pour évaluer l'effet du sens de la modification en discrimination perceptive nous avons eu recours à un t de Student pour échantillons appariés. Enfin, pour comparer les deux tâches nous avons réalisé des t de Student pour échantillons indépendants ou des ANOVA doubles mixtes.

3.2. Résultats

3.2.1. Reconnaissance

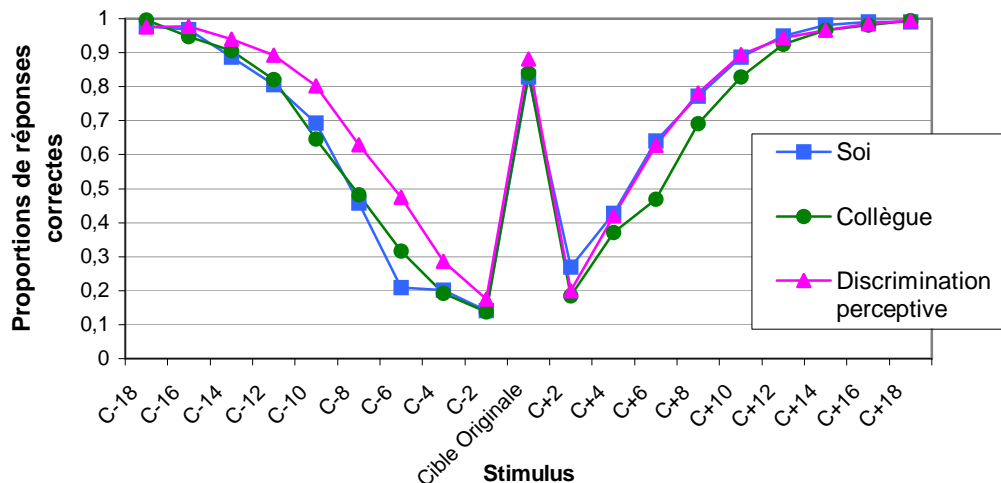
Il y avait 0,12% de non-réponses. Nous avons calculé les proportions de réponses correctes aux différents stimuli en décomptant chaque non-réponse puisque nous ne pouvions pas savoir ce que les sujets auraient répondu s'ils en avaient eu le temps. Par exemple, si un sujet avait 7 réponses correctes sur 20 à un item et une non-réponse, la proportion de réponses correctes devenait $7/19 = 0,37$. L'ordre dans lequel apparaissait le propre visage et le visage du collègue n'influençait pas les performances ($p > 0,05$ pour identification correcte du visage original et pour les JND).

▪ Effet de l'identité de la cible sur la détection de la photographie originale

Nous avons d'abord regardé si les participants pouvaient reconnaître leur photographie originale et celle de leur collègue de la même façon (voir graphique 1). Il n'y avait pas d'effet principal de l'identité de la cible sur la détection de la photographie originale [$t(15) = -0,30$; $p = 0,77$]. Les participants identifiaient donc aussi bien leur propre visage intact ($\bar{X} = 0,83$; $E-T = 0,12$) que celui de leur collègue ($\bar{X} = 0,84$; $E-T = 0,17$).

⁴ Des analyses incluant toutes ces variables simultanément n'étaient cependant logiquement pas réalisables puisque les sujets n'avaient pas qualitativement affaire au même type de visage dans les deux tâches et que celles-ci ne faisaient donc pas appel aux mêmes processus. Nous avons donc choisi de comparer séparément les performances sur chaque type d'identité de la cible dans la tâche de reconnaissance avec celles obtenues dans la tâche de discrimination perceptive (voir ci-dessous).

⁵ Ces dernières étaient calculées, pour les traits internes descendus et remontés, en prenant le point correspondant à 75% sur la courbe psychophysique de chacun des sujets lorsque celle-ci était stabilisée (lorsque la performance ne descendait plus sous 75%).



Graphique 1. Proportions de réponses correctes en fonction du niveau de transformation, de l'identité de la cible et de la tâche.

- **Effet de l'identité de la cible sur la proportion de rejets corrects en fonction du sens de déplacement des traits internes**

Ensuite, afin de voir si les performances des sujets s'amélioraient au fur et à mesure que les transformations devenaient plus grandes, nous avons réalisé des analyses séparées sur chaque type de transformation⁶.

a. Traits internes descendus (-02 à -18 px)

Il n'y avait pas d'effet principal de l'identité de la cible [$F(1,15)=0,13$; $p=0,72$]. La proportion de rejets corrects était donc équivalente pour le propre visage des sujets ($\bar{X}=0,59$) et pour celui de leur pair ($\bar{X}=0,60$). Il y avait un effet très significatif de la descente des traits internes [$F(8,120)=149,88$; $p<0,001$]. Autrement dit, le nombre de rejets corrects augmentait en fonction de l'agrandissement de la transformation. Enfin, il n'y avait pas d'interaction entre l'identité de la cible et la transformation [$F(8,120)=0,93$; $p=0,49$] (voir graphique 1).

b. Traits internes remontés (+02 à +18 px)

L'identité de la cible avait un effet marginal [$F(1,15)=4,32$; $p=0,055$] dans le sens où la proportion de rejets corrects était plus élevée pour le participant lui-même ($\bar{X}=0,76$) que

⁶ En effet, en prenant les modifications dans les deux sens en même temps, cet effet se serait probablement annulé.

pour le visage de son collègue ($\bar{X}=0,71$). La grandeur de la transformation avait à nouveau un effet très significatif [$F(8,120)=105,67$; $p<0,001$]. Les modifications étaient donc de mieux en mieux détectées au fur et à mesure que les traits internes remontaient. L'interaction entre l'identité de la cible et la transformation était cette fois significative [$F(8,120)=2,03$; $p=0,048$]. Des comparaisons planifiées ont indiqué que la seule différence entre les deux types de cibles lorsque l'on prenait les transformations une à une se trouvait à C+06 px où les participants détectaient mieux les transformations pour eux-mêmes que pour leur collègue ($p=0,03$) (voir graphique 1).

▪ Effet de l'identité de la cible sur les JND en fonction du sens de la modification des traits internes

Lorsque l'on considérait les JND (voir tableau 2), il n'y avait pas d'effet principal de l'identité de la cible [$F(1,15)=0,44$; $p=0,51$]. Le seuil de discrimination était donc équivalent pour les modifications sur le visage des participants et sur celui de leur pair. Le sens de la transformation avait quant à lui un effet significatif [$F(1,15)=11,5$; $p=0,004$]. Les modifications vers le haut étaient ainsi mieux détectées que les modifications vers le bas. Enfin, il n'y avait pas d'interaction significative entre l'identité de la cible et la transformation [$F(1,15)=2,32$; $p=0,15$]. Cela signifie que les modifications vers le haut étaient mieux détectées que les modifications vers le bas aussi bien pour le propre visage des participants que pour celui de leur collègue.

		JND (pixels)		JND (minutes d'arc)	
		Bas	Haut	Bas	Haut
Reconnaissance	Visage du participant	11,02(2,75)	7,45(2,42)	26,57(6,65)	17,95(5,82)
	Visage du collègue	10,46(2,61)	8,60(2,74)	25,22(6,29)	20,74(6,61)
Discrimination Perceptive		8,74(3,43)	7,03(3,02)	21,05(8,26)	16,93(7,28)

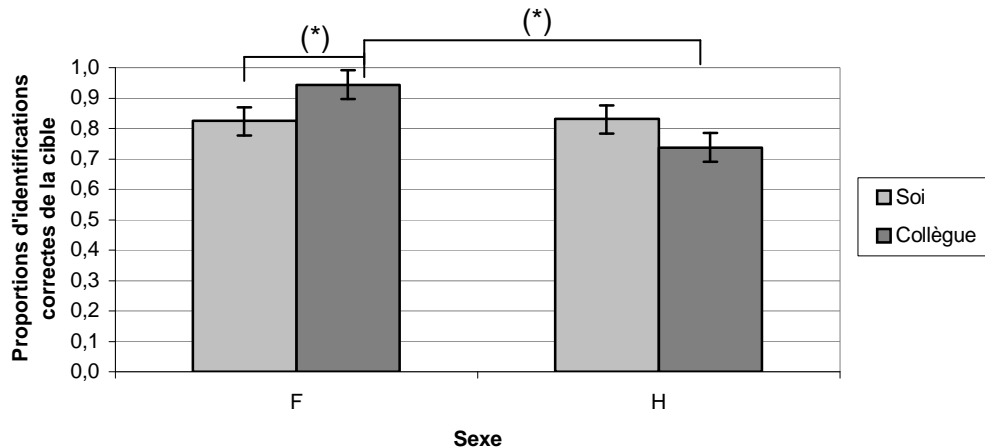
Tableau 2. JND moyennes et écart-types en pixels et en minutes d'arc en fonction de la tâche et du sens de la transformation.

▪ Analyses complémentaires

a. Effet du sexe sur l'identification des photographies originales et sur les JND

Une ANOVA double mixte a révélé que le sexe des participants n'avait pas d'effet principal sur la détection de la photographie originale [$F(1,14)=3,05$; $p=0,10$]. Les hommes et les femmes identifiaient donc les photographies originales de façon équivalente. Il n'y avait pas d'effet significatif de l'identité de la cible (soi Vs autre) [$F(1,14)=0,15$; $p=0,70$]. Par contre, il y avait une interaction significative entre le sexe et l'identité de la cible

[$F(1,14)=11,15$; $p=0,005$]. Des tests post-hoc HSD de Tukey n'ont cependant pas indiqué de différence significative entre les sexes pour chaque cible prise isolément. Il y avait néanmoins une faible tendance ($p=0,081$) chez les femmes à mieux détecter le visage de la collègue que le leur, ainsi qu'une tendance très légère ($p=0,095$) chez les femmes à mieux détecter l'autre visage que les hommes (voir graphique 2). Par ailleurs, lorsque l'on considérait les JND calculées en fonction du sexe, il n'y avait aucun effet principal, ni aucun effet d'interaction significatifs ($p>0,05$).



Graphique 2. Proportions d'identifications correctes du visage original (avec Erreur-Type de la Moyenne, ETM) en fonction de l'identité de la cible et du sexe.

b. Effet de l'ancienneté du couple

Puisque nous avons des couples de sujets qui se connaissaient depuis très longtemps et d'autres depuis beaucoup moins de temps, nous avons voulu savoir si cela n'influçait pas leurs performances respectives sur le visage de leur pair. En effet, il se pourrait que, dans les cas où les couples sont très anciens, le fait que les deux visages soient tout deux très familiers empêche de mettre en évidence des différences en fonction de l'identité des visages. Nous avons donc séparé a posteriori les couples en deux catégories en fonction du nombre d'années depuis lesquelles ils se connaissaient. Pour cela, nous avons pris la médiane du nombre d'années. Celle-ci se situait à 6,25 ans. Nous avons donc classé les couples qui se connaissaient depuis plus longtemps que 6,25 ans dans la catégorie « ancien » ($\bar{X}=12,13$ ans ; $E-T=4,2$) et ceux qui se connaissaient depuis moins longtemps dans la catégorie « nouveau » ($\bar{X}=3,38$ ans ; $E-T=1,16$). Nous avons 4 couples dans chacune de ces catégories.

En ce qui concerne la détection de la photographie originale, il n'y avait pas d'effet principal de cette nouvelle variable « ancienneté du couple » [$F(1,14)=0,65$; $p=0,43$] ni de l'identité de la cible [$F(1,14)=0,09$; $p=0,77$], ni d'effet d'interaction « ancienneté du

couple »* « identité de la cible » [$F(1,14)=0,02$; $p=0,88$]. Nous avons ensuite analysé les JND en fonction de cette variable supplémentaire et, à nouveau, nous n'avons constaté aucun effet principal de celle-ci, ni d'effet d'interaction avec l'identité de la cible ou le type de transformation ($p>0,05$).

3.2.2. Discrimination perceptive

Le pourcentage de non-réponses était cette fois de 0,59 %. Nous avons calculé les proportions de réponses correctes en fonction des non-réponses selon la même méthode que précédemment. Par ailleurs, le sexe des participants et la position de la photographie originale sur l'écran n'avaient pas d'effet significatif sur les performances ($p>0,05$ pour identification correcte du visage original et JND).

▪ Effet du sens de la modification (bas/haut) sur les JND

Il n'y avait pas d'effet significatif du type de modification [$t(15)=1,66$; $p=0,12$]. Les participants détectaient donc aussi bien les modifications vers le bas que les modifications vers le haut dans la tâche de discrimination perceptive (voir tableau 2).

3.2.3. Comparaison des deux tâches

Afin de ne pas comparer simultanément trois visages de natures différentes (soi – collègue – inconnu en discrimination perceptive), nous avons effectué des analyses séparées pour comparer chaque type d'identité du visage de la tâche de reconnaissance à la tâche de discrimination perceptive.

▪ Effet de la tâche sur l'identification correcte de la photographie originale

a. Reconnaissance de soi – Discrimination perceptive

Un t de Student pour échantillons indépendants n'a révélé aucune différence significative entre la tâche discriminative ($\bar{X}=0,88$; E-T=0,12) et la tâche de reconnaissance pour le propre visage des participants ($\bar{X}=0,83$; E-T=0,12) en ce qui concerne l'identification correcte de la photographie originale [$t(30)=-1,24$; $p=0,23$] (voir graphique 1).

b. Reconnaissance du collègue – Discrimination perceptive

Il n'y avait pas non plus de différence significative entre l'identification de la photographie originale dans la tâche de reconnaissance du visage du pair ($\bar{X}=0,84$; E-

T=0,17) et la tâche de discrimination perceptive (\bar{X} =0,88 ; E-T=0,12) [$t(30)=-0,79$; $p=0,44$] (voir graphique 1).

- **Effet de la tâche sur les JND**

- a. **Reconnaissance de soi – Discrimination perceptive**

La tâche avait tendance à influencer les performances [$F(1,30)=3,31$; $p=0,079$], c'est-à-dire que les modifications étaient moins bien identifiées en reconnaissance de soi qu'en discrimination perceptive. Il y avait un effet significatif de la modification [$F(1,30)=13,48$; $p<0,001$] : les modifications vers le bas étaient moins bien détectées que les modifications vers le haut. Enfin, il n'y avait pas d'interaction significative entre la tâche et le sens de la modification [$F(1,30)=1,68$; $p=0,20$] (voir tableau 2).

- b. **Reconnaissance du collègue – Discrimination perceptive**

Il y avait cette fois un effet significatif de la tâche [$F(1,30)=4,47$; $p=0,04$] : les modifications étaient mieux détectées en discrimination perceptive que dans la tâche de reconnaissance du collègue. Il y avait à nouveau un effet significatif de la modification [$F(1,30)=6,5$; $p=0,02$] dans le sens où les modifications vers le haut étaient mieux repérées que les modifications vers le bas. Il n'y avait toujours pas d'effet d'interaction entre la tâche et le type de modification [$F(1,30)=0,01$; $p=0,92$] (voir tableau 2).

3.3. Discussion

En accord avec notre hypothèse, les participants détectaient de mieux en mieux les modifications en fonction de leur ampleur et nous avons obtenu des courbes psychophysiques similaires à celles de Ge et al. en 2003 (voir figure 8 et graphique 1).

Notre première hypothèse, selon laquelle les modifications sur notre propre visage seraient moins bien détectées que celles effectuées sur celui d'un pair, n'a pas été supportée dans le sens où l'identité de la cible n'avait pas d'effet principal et que les performances des sujets étaient globalement équivalentes pour leur propre visage et pour celui de leur pair (quelle que soit la variable dépendante). La seule exception était une tendance à mieux détecter les traits remontés pour soi que pour le collègue et une différence en C+06 px en faveur du propre visage des participants par rapport à celui de leur collègue. Cependant, les JND ne reflétaient même pas cette différence puisque les seuils de discrimination étaient en moyenne supérieurs à 6 pixels.

En revanche, notre seconde hypothèse postulant un biais pour la détection des traits internes descendus qui serait moins bonne que pour les traits remontés en reconnaissance a été soutenue puisque les résultats ont montré l'existence de ce biais, les traits internes descendus étant moins bien détectés par rapport à la modification inverse. Cela pourrait donc signifier que les configurations que notre visage a connues par le passé exercent toujours une influence sur la représentation que nous en avons actuellement en mémoire. Cependant, inversement à notre troisième hypothèse selon laquelle ce biais concernerait uniquement le propre visage des participants, le biais était général et se retrouvait aussi bien pour le propre visage des participants que pour celui de leur collègue. Ce résultat, combiné à l'absence d'effet significatif de l'identité du visage, semble indiquer que l'aspect plus jeune donné aux deux types de visages avait un effet équivalent que le visage soit celui du participant ou celui de son pair. Cela était peut-être dû au fait que nos participants se connaissaient généralement depuis de nombreuses années et que leurs deux visages avaient été rencontrés sous différents aspects au cours du temps.

Enfin, notre quatrième hypothèse concernant la détection équivalente des modifications vers le bas et des modifications vers le haut en discrimination perceptive a été confirmée puisque dans cette tâche il n'y avait pas de différence pour la détection des modifications en fonction du sens de celles-ci. Néanmoins, le tableau 2 nous montre que globalement les JND étaient toujours plus grandes (indiquant une détection plus difficile) pour les traits internes descendus que pour les traits internes remontés (phénomène conforté par l'absence d'interaction entre la tâche et le sens de la modification), ce qui pourrait indiquer un artefact provenant d'une modification plus facilement détectable dans un sens que dans l'autre (la bouche étant plus difficile à camoufler que les sourcils par exemple). Toutefois cela semble peu probable dans la mesure où le contrôle fourni par le groupe « discrimination perceptive » ne montrait pas de différence significative entre les deux types de modifications⁷.

Cependant, afin de savoir si ce biais général trouvé en reconnaissance pour les traits internes descendus est bien attribuable au fait que les visages ont un aspect plus jeune et donc plus familier (car déjà rencontré par le passé) pour les participants que les visages avec les traits remontés, nous avons mené une seconde expérience. Celle-ci avait pour but de vérifier que les visages avec les traits internes plus bas ont un aspect plus jeune par rapport aux visages avec les traits plus hauts.

⁷ De plus, les modifications les plus extrêmes ($C \pm 16, 18$) pour lesquelles les performances atteignaient des niveaux très élevés et où des artefacts éventuels auraient été les plus visibles n'entraient en compte dans le calcul des seuils de discrimination que dans 4 cas sur les 64 JND calculées en reconnaissance.

IV. Expérience 2 : Evaluation de l'âge

4.1. Hypothèses

Notre hypothèse générale est que les visages avec les traits internes plus bas devraient sembler plus jeunes par rapport aux visages dont les traits internes sont plus hauts (Berry & McArthur, 1986 ; Bruce & Young, 1998 ; Mark et al., 1988 ; Montepare & Zebrowitz, 1998).

4.2. Méthode

4.2.1. Participants

Nous avons recruté, à l'Université de Liège, 12 participants (6 femmes et 6 hommes) dont l'âge moyen était de 23,16 ans ($E-T=3,88$). Ils avaient tous une vision normale ou corrigée, étaient naïfs par rapport aux hypothèses, n'avaient pas participé à la première expérience et ne connaissaient aucun des visages-stimuli.

4.2.2. Matériel

Nous avons utilisé un échantillon de photographies des 16 participants de la première expérience. Celui-ci comprenait les photographies originales et les photographies déviées de 4, 8, 12 et 16 px vers le haut et vers le bas, afin de recouvrir un éventail assez large des stimuli de l'expérience précédente (voir figure 9). Il y avait donc au total 144 photographies différentes. Les stimuli étaient composés de deux photographies côte à côte, séparée par un espace de 84 px et alignées sur le plan horizontal. Chacun de ces stimuli comprenait la photographie originale d'un côté et une photographie modifiée de l'autre. Le côté sur lequel l'originale se trouvait était alterné d'un stimulus et d'un visage à l'autre. Tous les stimuli étaient disposés sur un fond noir et une lettre « A » en police Arial, de couleur blanche et de taille 28 se trouvait en dessous du centre de la photographie de gauche et une lettre « B », avec les mêmes propriétés était placée sous le milieu de la photographie de droite (voir figure 11 b).

Nous avons également repris les photographies de deux participants éliminés pour constituer un essai. Dans ce dernier, nous avons utilisé 4 variations à partir d'un visage féminin (C-12, C-04, C+08 et C+16) et 4 à partir d'un visage masculin (C-16, C-08, C+04 et

C+12), afin que les participants puissent se rendre compte de la nature de l'expérience de la façon à la fois la plus exhaustive et la plus brève possible.



Figure 11. a. Ecran résumant la consigne au début de l'expérience. b. Exemple de stimulus où « A » est C-12 et « B » est C+0. Selon notre hypothèse, le sujet devrait répondre « A ».

4.2.3. Procédure

L'expérience se déroulait individuellement dans une pièce à la lumière tamisée, sur un écran 17 pouces situé à une distance de 50 cm des sujets. Elle commençait par un essai composé de 8 stimuli. Ceux-ci étaient présentés durant un temps maximum de 5 secondes ou jusqu'à ce que le participant donne une réponse et étaient séparés par un blanc (écran noir) de 500 ms suivi d'une croix de fixation (blanche sur fond noir) de 500 ms. Les volontaires recevaient la consigne suivante :

« Vous allez voir des paires de visages de la même personne, et ce pour plusieurs personnes. Les visages de ces personnes ont parfois été modifiés de façon à changer leur aspect général⁸. Votre tâche est de juger lequel des deux visages de la même personne paraît le plus jeune. Nous vous demandons de répondre le plus rapidement possible. Veuillez positionner l'index de chaque main sur les touches « A » et « B ». Avant de commencer la tâche en elle-même, un essai va vous permettre de voir en quoi consiste celle-ci. »

Les consignes étaient aussi résumées à l'écran avant l'essai et avant le test (voir figure 11 a) et la possibilité de recommencer l'essai était donnée une fois aux participants. Ensuite la tâche en elle-même débutait, déclenchée par une pression sur la barre d'espace, et chaque version modifiée des visages était présentée une seule fois par sujet au côté du

⁸ Nous ne révélions pas aux sujets la nature de la modification afin qu'ils répondent en se basant sur l'impression donnée par l'aspect global du visage.

visage original. Il y avait donc au total 128 présentations (8 photographies modifiées X 16 visages). Chaque stimulus était séparé des autres par un blanc et une croix de fixation de 500 ms chacun, comme dans l'essai, et restait à l'écran durant un temps maximal de 5 secondes ou jusqu'à ce que le sujet ait répondu. Nous avons posé une étiquette « A » sur la touche « d » et une étiquette « B » sur la touche « k », de façon à ce qu'elles se trouvent sous les deux lettres correspondantes affichées à l'écran. L'expérience durait au total une dizaine de minutes.

4.2.4. Variables et analyses statistiques

Nous avons, d'une part, deux variables indépendantes en mesures répétées : l'écart en pixels entre la photographie originale et l'autre photographie (au nombre de 8, 4 vers le haut et 4 vers le bas) et le genre des visages-stimuli, et d'autre part, une variable inter-sujet : le sexe des participants. Les variables dépendantes étaient la proportion de réponses « plus jeune » pour le visage modifié par rapport à la photographie originale et les temps de réaction (temps entre l'apparition du stimulus à l'écran et la réponse du participant). Nous avons réalisé des ANOVA triples mixtes afin d'évaluer l'effet de l'écart, du sexe des participants et du genre des visages-stimuli, et des t de Student afin de comparer les résultats au niveau du hasard (0,5).

4.3. Résultats

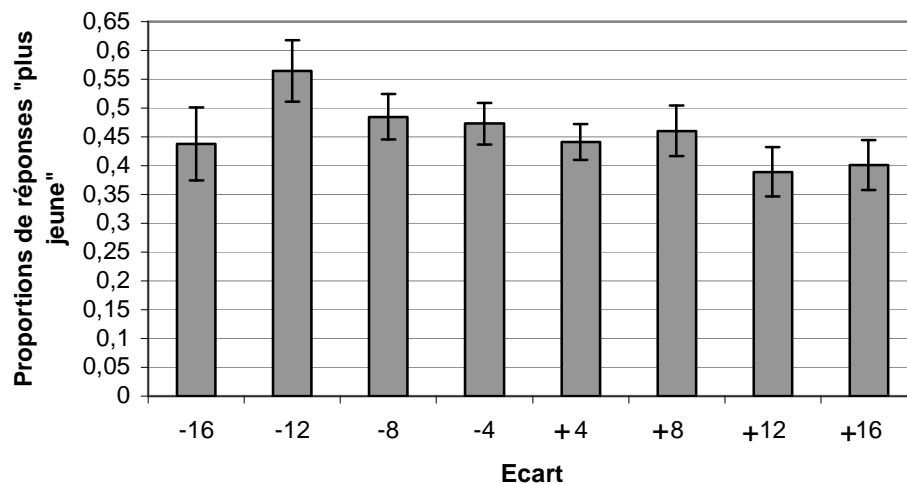
Au total, il y avait 1,04% de non-réponses. Nous avons pondéré nos données selon la même méthode que précédemment en fonction de ces non-réponses.

4.3.1. Proportion de réponses « plus jeune »⁹

Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas d'effet significatif du sexe des participants sur la proportion de réponses « plus jeune » [$F(1,10)=0,04$; $p=0,84$]. Le genre des stimuli avait un effet principal [$F(1,10)=7,5$; $p=0,021$], les visages modifiés de femmes étant jugés moins souvent comme plus jeunes ($\bar{X}=0,43$; $E-T=0,21$) par rapport aux visages originaux que les visages modifiés d'hommes ($\bar{X}=0,49$; $E-T=0,16$). L'écart en pixels entre la

⁹ Si nous nous référons au graphique 4 ci-dessous, les hypothèses nous laissaient attendre que la proportion de réponses « plus jeune » (par rapport au visage original) soit maximale à -16 px, diminue ensuite de façon continue pour finalement être minimale à +16 px.

photographie originale et les photographies modifiées n'avait quant à lui pas d'effet significatif [$F(1,10)=1,4$; $p=0,22$]. En ce qui concerne les interactions, aucune d'entre elles n'était significative (sexe*genre [$F(1,10)=1,1$; $p=0,32$], écart*sexe [$F(7,70)=0,42$; $p=0,89$], genre*écart [$F(7,70)=1,26$; $p=0,28$] et genre*sexe*écart [$F(7,70)=0,46$; $p=0,86$]).



Graphique 3. Proportions de réponses « plus jeune » pour le visage modifié par rapport à la photographie originale (avec ETM) en fonction de l'écart entre la photographie originale et la photographie modifiée.

4.3.2. Comparaison avec le niveau du hasard

a. Globalement

Les proportions de réponses « plus jeune » différaient du niveau du hasard uniquement au niveau des écarts C+12 et C+16 où les proportions se trouvaient significativement sous le seuil de 0,50 (respectivement $\bar{X}=0,39$; $E-T=0,15$ et $\bar{X}=0,40$; $E-T=0,15$) [$t(11)=-2,6$; $p=0,024$ et $t(11)=-2,29$; $p=0,042$]. Autrement dit, les stimuli C+12 et C+16 étaient les seuls qui avaient significativement l'air plus âgés que la photographie de base (voir graphique 3).

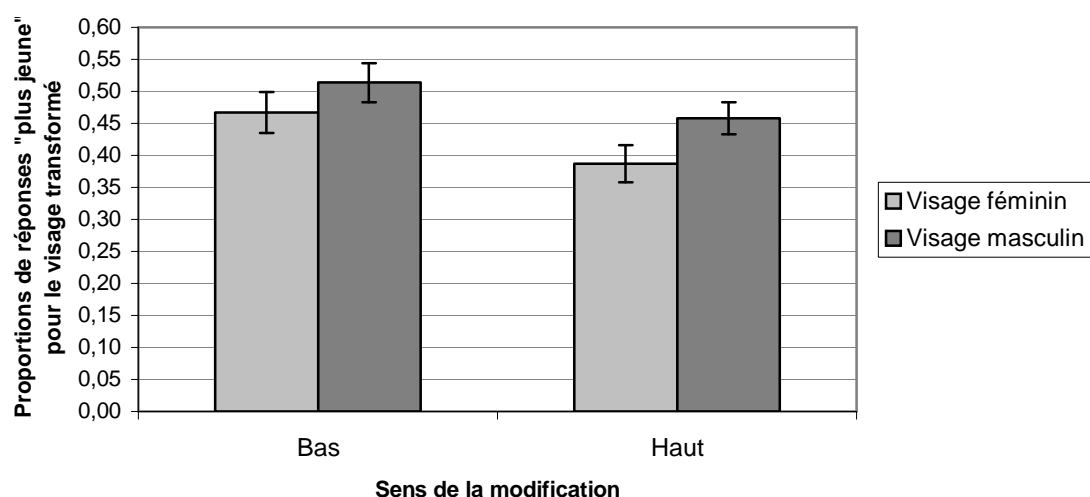
b. En fonction du genre des visages

Lorsque l'on prenait en compte le genre des stimuli, seuls les visages de femmes dont les traits internes étaient remontés de 12 [$t(11)=-3,35$; $p=0,006$] et de 16 px [$t(11)=-2,35$; $p=0,039$] étaient jugés significativement moins souvent comme plus jeunes que les visages originaux.

4.3.3. Analyses complémentaires

Puisque nous n'avions pas d'effet significatif de l'écart par rapport aux photographies originales, nous avons regroupé les données en fonction du sens des modifications (voir graphique 4). Une ANOVA triple mixte a montré que le sexe des participants n'avait pas d'effet significatif sur le nombre de réponses « plus jeune » [$F(1,46)=0,05$; $p=0,82$]. Le genre des stimuli avait quant à lui un effet significatif [$F(1,46)=4,4$; $p=0,04$] avec les visages modifiés de femmes qui étaient jugés moins souvent comme plus jeunes par rapport aux visages originaux que les visages modifiés d'hommes. Les modifications vers le bas avaient tendance à être jugées plus souvent comme « plus jeunes » par rapport aux photographies intactes ($\bar{X}=0,49$; $E-T=0,17$) que les modifications vers le haut ($\bar{X}=0,42$; $E-T=0,14$) [$F(1,46)=3,83$; $p=0,056$]. Enfin, il n'y avait aucune interaction significative entre ces trois variables ($p>0,05$).

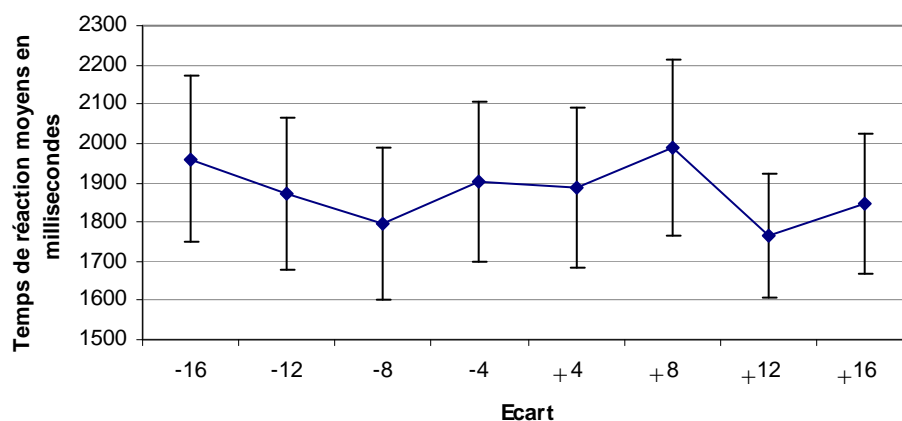
Lorsque l'on comparait ces données regroupées selon le sens de la modification avec le niveau du hasard, seules les modifications vers le haut différaient significativement de celui-ci, dans le sens où elles étaient moins souvent jugées plus jeunes que les visages originaux par rapport à 0,50 [$t(47)=-3,8$; $p=0,0004$]. Cet effet semblait provenir uniquement des visages féminins ($\bar{X}=0,39$; $E-T=0,2$) [$t(47)=-3,8$; $p=0,0004$] et pas des visages masculins ($\bar{X}=0,46$; $E-T=0,17$) [$t(47)=-1,66$; $p=0,1$] (voir graphique 4). Les modifications vers le bas étaient jugées plus jeunes que le visage original d'une façon qui ne différait pas du niveau du hasard ($p>0,05$).



Graphique 4. Proportions de réponses « plus jeune » que la photographie originale (avec ETM) en fonction du sens de la modification par rapport à celle-ci et du genre du visage.

4.3.4. Temps de réaction

Le sexe des participants [$F(1,10)=0,01$; $p=0,91$] et le genre des visages [$F(1,10)=2,85$; $p=0,12$] n'avaient pas d'effet significatif sur les temps de réaction. L'écart avait tendance à influencer les temps de réaction [$F(7,70)=2,06$; $p=0,06$] (voir graphique 5). Les interactions n'étaient à nouveau pas significatives (genre*sexe [$F(1,10)=3,33$; $p=0,1$], écart*sexe [$F(7,70)=0,93$; $p=0,5$], sexe*écart [$F(7,70)=0,94$; $p=0,48$]) mais il y avait une légère tendance pour l'interaction genre*sexe*écart [$F(7,70)=1,99$; $p=0,07$].



Graphique 5. Temps de réaction moyens (avec ETM) en fonction de l'écart par rapport à la photographie originale.

Lorsqu'on procédait au groupement des temps de réaction en fonction du sens de la modification, il n'y avait pas d'effet significatif du sexe des participants ni du sens de la modification ($p>0,05$). Par contre le genre des stimuli avait tendance à influencer les temps de réaction [$F(1,46)=4$; $p=0,051$] : les sujets étaient plus rapides pour les visages masculins que pour les visages féminins. Parmi les interactions, seule celle entre le sexe des participants et le genre des visages était significative [$F(1,46)=4,69$; $p=0,036$] et des post-hoc HSD de Tukey ont révélé une seule différence entre les modalités prises deux à deux : les femmes étaient moins rapides pour les visages féminins que pour les visages masculins ($p=0,025$).

4.4. Discussion

Contrairement à toute attente, l'ampleur de la modification par rapport au visage original ne semblait pas avoir d'effet sur les jugements d'âge relatif des sujets. Par contre,

bien que ce soit sous forme de tendance, un effet de l'ampleur de la modification était observable sur le temps nécessaire pour répondre. Ce dernier effet pourrait être dû au fait que les modifications les plus grandes par rapport aux visages originaux sont plus visibles que les plus petites et que dans ce dernier cas les visages se ressemblent très fort, ce qui rend le jugement plus lent.

Lorsque les données étaient regroupées en fonction du sens de la modification, le genre des stimuli avait tendance à influencer les temps de réaction, ceux-ci étant plus rapides pour les visages masculins que pour les visages féminins. Nous avons par ailleurs une interaction significative entre le sexe des participants et le genre des stimuli : les femmes répondaient plus lentement aux visages de femmes qu'aux visages d'hommes. De façon plus intéressante, les transformations vers le bas avaient tendance à être traitées différemment des transformations vers le haut dans le sens où ces dernières étaient moins souvent jugées comme plus jeunes que les visages originaux. En d'autres termes, les visages aux traits remontés avaient tendance à avoir l'air moins jeunes que les visages aux traits plus bas, ce qui est conforme à notre hypothèse principale.

Néanmoins, lorsque l'on comparait ces données regroupées au niveau du hasard, les visages dont les traits internes avaient été descendus étaient jugés de façon équivalente comme plus jeunes ou plus âgés que les visages originaux. Cette absence d'effet pourrait trouver son origine dans la variété des critères utilisés par les participants pour répondre. En effet, ils ne connaissaient pas la dimension sur laquelle les visages avaient été transformés. Par conséquent, lorsque nous leur avons demandé de façon informelle après l'expérience sur quelle base ils avaient effectué la tâche, les réponses étaient très diversifiées. Ainsi, les sujets jugeaient comme plus jeune le visage qui avait l'air « le plus normal », « le plus enfantin », « le plus mince » (traits plus hauts ou traits plus bas selon les sujets). De plus, ils n'identifiaient que rarement le changement exact : « front parfois plus grand », « joues et front changés », « visage parfois plus gros », « têtes plus longues ou plus petites », « aspect des yeux », ou étaient même parfois incapables de dire sur quoi ils s'étaient appuyés pour répondre. L'absence d'effet de la descente des traits internes est donc peut-être due au fait que ces différents critères s'excluaient mutuellement dans certains cas ou que nous avons effectué des changements sur des dimensions incontrôlées (taille ou couleur des joues par exemple).

Cependant, les transformations vers le haut altéraient quant à elles significativement le visage de façon à ce qu'il ait l'air moins jeune que le visage original. Mais, cet effet semblait provenir uniquement des visages féminins puisque le nombre de réponses « plus jeune »

pour les visages masculins aux traits remontés ne différait pas significativement du hasard. C'est ce qui rendait également probablement compte de l'effet principal significatif du genre dans la première ANOVA.

Les résultats mitigés de cette expérience ne permettent donc pas de déterminer clairement si la pression pseudo-cardioïdale est adéquate ou non pour changer l'âge apparent des visages puisqu'elle avait l'effet escompté seulement dans certains cas. Malgré tout, nos résultats semblent confirmer qu'une modification sur cette seule dimension n'est pas suffisante puisque d'autres informations sur l'âge sont présentes dans les visages et interagissent entre elles (George & Hole, 1995, 2000 ; Mark et al., 1980).

V. Discussion Générale

Notre expérience principale avait pour but d'étudier la précision avec laquelle nous connaissons notre propre visage et d'autres visages personnellement familiers ainsi que d'investiguer l'influence éventuelle de l'apparence passée de notre visage sur la représentation actuelle que nous en avons. Les études précédentes qui avaient étudié la reconnaissance de soi donnaient une indication sur la connaissance de la configuration d'ensemble du visage ou des éléments le constituant (voir par exemple Keenan et al., 1999 ; Laeng & Rouw, 2001 ; Mita et al., 1977 ; Tong & Nakayama, 1999 ; Troje & Kersten, 1999). L'étude de Brédart en 2003 avait quant à elle permis de faire la distinction entre l'utilisation des informations configurationnelles et des informations concernant des détails asymétriques pour déterminer l'orientation de notre propre visage. Mais une seule étude, à notre connaissance (Thompson, 2002), avait commencé à s'intéresser à la précision avec laquelle les participants pouvaient se représenter mentalement la taille ou la configuration de certains de leurs éléments faciaux. Les performances des sujets avaient montré que cette connaissance était souvent erronée puisqu'ils surestimaient la taille de leur écart inter-pupillaire alors qu'ils sous-estimaient la taille de leur nez. Ici, nous avons donc voulu étudier plus finement si la connaissance des sujets pour la configuration de leur propre visage était robuste, très précise et seulement limitée par les capacités du système visuel (Ge et al., 2003 ; Tong & Nakayama, 1999) ou si, au contraire, elle était plus vague et influencée par des paramètres extérieurs tels que le fait que nous n'avons pas accès à notre visage directement (Thompson, 2002), ou encore son apparence passée. Pour cela nous avons adapté la méthode psychophysique utilisée par Ge et al. (2003) dans l'étude de la mémoire d'un visage très familier mais qui n'était pas personnellement connu des sujets (Mao Tse Tse) en l'appliquant aux visages de nos participants et de personnes qu'ils connaissaient très bien. Plutôt que de modifier l'écart interoculaire, nous avons effectué des transformations liées à l'âge en montant et en descendant les traits internes à l'intérieur de leurs visages (Berry & McArthur, 1986 ; Bruce & Young, 1998 ; Mark et al., 1988 ; Montepare & Zebrowitz, 1998). Nous avons également comparé leurs performances dans la détection de ces transformations faciales très fines à celles de participants réalisant une tâche de discrimination perceptive avec les mêmes visages-stimuli (Ge et al., 2003). Cela allait donc nous permettre d'appréhender, d'une part, à quel point la connaissance de notre visage est précise et, d'autre part, l'influence de son apparence antérieure sur la représentation que nous en avons dans le présent.

5.1. Performances en reconnaissance

Le résultat marquant de notre travail est le biais attendu que nous avons trouvé pour les traits internes descendus, dans le sens où ceux-ci étaient moins bien détectés par rapport aux traits internes remontés. Cependant, contrairement à ce que nous pensions, nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence de traitement par les participants de leur propre visage et de celui d'une personne très familière (excepté une tendance à mieux détecter les traits internes remontés pour soi-même et une différence en C+06 px en faveur de notre propre visage par rapport à l'autre mais cette différence n'existait plus au niveau des seuils de discrimination). Le biais pour la détection moins bonne des traits internes descendus existait donc pour les deux types d'identité des visages.

L'explication de cette absence d'effet de l'identité pourrait se trouver dans le nombre d'années depuis lequel nos couples de participants se connaissaient. En effet, notre échantillon était constitué de jeunes adultes qui étaient familiers depuis en moyenne 7 ans et 9 mois. Certains d'entre eux avaient donc connu le visage de leur pair avec une apparence beaucoup plus jeune, ce qui influençait peut-être la représentation qu'ils avaient du visage de celui-ci de la même façon que dans le cas de leur propre visage. Notre analyse complémentaire impliquant la constitution de deux groupes d'ancienneté différente n'a cependant pas révélé d'effet de cette nouvelle variable. Pour se donner plus de chances de trouver une différence entre soi et autre, une prochaine expérience pourrait donc reprendre la même méthodologie que celle que nous avons utilisée mais en faisant appel à des couples qui se connaissent depuis peu de temps (moins d'un an par exemple) et qui seraient comparés à des couples plus anciens. Ainsi, si une telle expérience mettait une différence à jour entre le propre visage des sujets et celui de quelqu'un d'autre, nous pourrions conclure que les résultats de notre expérience sont effectivement dus à l'influence de l'apparence préalable des visages sur leur représentation actuelle. Inversement, s'il n'y avait toujours pas de différence entre soi et autre et que ce biais général pour les traits internes descendus persistait avec des couples très récents, l'explication serait à chercher ailleurs. Il se pourrait alors que l'absence d'effet de l'identité soit due plutôt à la plausibilité du visage plus grande quand les traits internes sont descendus que quand ils sont montés. En effet, le développement du visage au cours de la vie se fait de telle sorte que le menton et les mâchoires grandissent et s'allongent, mais pas indéfiniment (George & Hole, 1998b ; Mark et al., 1980). Il serait donc naturellement plus probable et plausible de rencontrer des personnes avec des fronts très grands et des mentons assez petits que des personnes présentant la configuration inverse. Dans ce cas, les performances des sujets de notre étude reflèteraient donc l'acceptation par ceux-ci d'un visage modifié comme étant le leur ou celui

d'un proche pour autant qu'il reste plausible (même s'il ne correspond parfois plus au visage original d'un point de vue visuel).

Nous n'avons malheureusement pas d'argument clair à l'heure actuelle pour trancher entre l'explication en termes d'âge apparent et de familiarité du visage et celle en termes de plausibilité du visage. Néanmoins, nos résultats n'en constituent pas moins une illustration originale que la connaissance des visages familiers n'est peut-être pas si robuste (Tong & Nakayama, 1999) que nous pourrions le croire et qu'elle peut être influencée par certains paramètres extérieurs. Cette idée est d'ailleurs confortée par les performances des sujets de Thompson (2002) qui surestimaient leur écart inter-pupillaire tout en sous-estimant la taille de leur nez. Notons également au passage que la tâche de reconnaissance de soi et de visages familiers peut, dans certains cas, s'avérer très difficile puisqu'une de nos participantes ne parvenait à identifier les bons visages que dans 30 et 35 % des cas.

Par ailleurs, certains auteurs (Kircher et al., 2000, 2001) ne sont pas non plus parvenus à mettre en évidence de différences au niveau comportemental entre soi et autre pour des couples anciens (qui se connaissaient depuis entre un et seize ans) confrontés à des tâches de reconnaissance de visages personnellement familiers. Pourtant, malgré l'absence d'effet comportemental, des différences existaient au niveau du pattern d'activation cérébrale. Il serait par conséquent utile d'explorer le fonctionnement cérébral lors de la passation d'une tâche comme la nôtre afin de voir si les performances équivalentes pour soi et autre reposent sur les mêmes activations et les mêmes processus neurocognitifs.

Enfin, l'absence d'effet de l'identité pourrait encore s'expliquer par la position canonique qui est, pour rappel, la position dans laquelle un objet est le plus facilement identifié. Ainsi, la représentation en mémoire de notre propre visage pourrait être moins robuste par rapport à d'autres visages familiers du fait de le rencontrer dans des variations moins grandes (en termes d'orientation, de luminosité, d'expressions faciales, etc) et à cause de l'éventuelle représentation centrée sur l'observateur dont il est l'objet (Troje & Kersten, 1999). Ce désavantage pourrait toutefois avoir été compensé dans notre expérience par la position frontale du visage de nos sujets. En effet, cette pose est la pose canonique pour le propre visage des participants mais pas pour les autres visages familiers (Laeng & Rouw, 2001 ; Troje & Kersten, 1999). Une nouvelle expérience pourrait donc reprendre la même méthodologie que celle utilisée ici en incluant des orientations faciales de face et détournées de 22,5° sur l'axe horizontal (pose canonique pour les autres visages familiers, Laeng & Rouw, 2001) afin de voir si les performances ne deviennent pas moins

bonnes pour soi que pour un autre visage familier lorsque les visages sont déviés de 22,5° et ne sont donc plus dans la pose canonique pour soi.

5.2. Pertinence de notre transformation faciale

Notre seconde expérience nous a appris que notre transformation ne semblait pas optimale pour jouer sur l'âge apparent des visages adultes. En effet, les modifications vers le haut avait tendance à être traitées différemment des modifications vers le bas, mais les résultats étaient assez partagés dans le sens où seules les premières avaient l'effet adéquat (sur les visages féminins) contrairement aux secondes. Comme nous l'avons déjà mentionné, l'absence d'effet de la descente des traits internes et de la montée des traits internes sur les visages masculins pourrait s'expliquer par la diversité des critères (éventuellement mutuellement exclusifs) utilisés par les sujets pour faire leur jugement. C'est ce qu'avaient également trouvé Bruce et al. (1989) avec des visages virtuels en trois dimensions. En effet, les jugements de leurs sujets étaient parfois inconsistants en fonction des critères sur lesquels ils se basaient pour répondre ou en fonction des consignes. Lorsque celles-ci étaient accompagnées d'une présentation préalable de visages d'enfants et d'adultes où l'on mettait clairement en évidence les différences de forme sur lesquelles se baser pour répondre, les jugements allaient plus dans le sens attendu qu'en l'absence d'une telle préparation. Par conséquent, il est également possible que cette diversité des critères ait encore été amplifiée dans notre étude par la liberté laissée dans les consignes. Cependant, notre tâche aurait perdu de son sens si nous avions dit aux sujets sur quel critère baser leur jugement puisque le but était précisément de voir si notre modification avait l'effet escompté.

Comme nous venons de le voir, nos transformations n'avaient l'effet espéré que sur les visages féminins dont les traits internes avaient été remontés, dans le sens où ils étaient jugés moins jeunes que les visages originaux. La spécificité inattendue de cet effet pourrait s'expliquer par le fait que les traits internes remontés donnent parfois l'impression que les mâchoires et le menton sont plus longs et proéminents. Ainsi, en accord avec nos résultats, Akgül et Toygar (2002) ont mesuré les changements du crâne et des dents survenant chez des hommes et des femmes d'une vingtaine d'années (comme nos sujets) pendant une période de dix ans et ont montré que les changements les plus significatifs avaient lieu sur la dimension verticale, de façon plus significative chez les sujets de sexe féminin. Plus précisément, bien que des changements de la longueur totale du visage avaient lieu chez les deux sexes, l'allongement de la partie inférieure du visage se produisait uniquement chez les femmes. Nos modifications consistant à monter les traits internes chez les femmes

reflétaient donc peut-être cette tendance naturelle à l'allongement du bas du visage chez celles-ci entre 20 et 30 ans, alors que chez les hommes notre transformation n'avait pas d'effet particulier puisque cela ne semble pas non plus avoir lieu naturellement. Parallèlement, une autre explication pourrait être que nos visages féminins aux traits internes remontés, de part cet aspect proéminent donné aux mâchoires et au menton, paraissaient plus masculins et moins attractifs que les visages originaux, ce qui pourrait avoir conduit à leur donner un aspect plus âgé. En effet, l'aspect séduisant du visage est associé à la féminité et à la jeunesse chez les femmes (Furnham, Mistry, & McClelland, 2004 ; Ishi, Gyoba, Kamachi, Mukaida, & Akamatsu, 2004). Or, une étude a montré que des photographies de visages aux traits internes remontés étaient jugées comme moins séduisantes par des adultes que celles de visages avec les traits internes dans une position moyenne ou basse (Geldart, Maurer, & Henderson, 1999).

Par contre, chez les hommes, les mâchoires robustes constituent un caractère sexuel secondaire courant et le fait de remonter les traits internes a peut-être eu moins d'effet sur le jugement d'âge relatif des sujets puisque cela accentuait simplement une caractéristique habituelle sur un visage déjà mature. Les sujets se seraient alors vraisemblablement basés sur des critères plus variables pour réaliser leur jugement sur les visages d'hommes, comme cela s'est d'ailleurs probablement passé pour les visages aux traits internes descendus.

Nous ne pouvons donc pas exclure tout à fait la pertinence d'une transformation pseudo-cardioïdale pour altérer l'âge apparent d'un visage jeune, mais parallèlement, nos résultats reflètent sans doute l'existence de nombreux autres indices d'âge à l'intérieur d'un visage (George & Hole, 2000). Puisque d'autres paramètres (taille des yeux, texture de la peau, coloration, etc) entrent en jeu (Berry & McArthur, 1986 ; Bruce & Young, 1998 ; Montepare & Zebrowitz, 1998), de prochaines expériences ayant pour but précis d'investiguer le traitement de l'âge auraient tout avantage à utiliser des techniques plus complètes de transformation. Celles-ci impliqueraient par conséquent des modifications à plusieurs niveaux, comme on peut, par exemple, en obtenir avec le morphing (Burt & Perrett, 1995).

Néanmoins, l'âge apparent n'était pas la seule variable investiguée dans cette étude. Notre but était également d'étudier la précision avec laquelle nous connaissons notre propre visage et celui d'autres individus personnellement connus. Pour cela, nous avons eu recours à la technique psychophysique des JND déjà utilisée par d'autres auteurs avec un visage célèbre (Ge et al., 2003). Or, cette méthode suppose de ne réaliser des transformations que sur une seule dimension à la fois, raison pour laquelle nous n'avons pas pu réaliser de

transformations plus complètes jouant sur l'âge apparent des visages. Ce procédé s'est donc révélé adéquat pour investiguer notre question de la précision des représentations des visages en mémoire, mais il semble qu'il soit insuffisant pour l'étude du traitement de l'âge ou de phénomènes plus complexes mettant en jeu plusieurs paramètres en interaction. Toutefois, malgré la contrainte que la technique psychophysique nous imposait, celle-ci n'en reste pas moins intéressante puisque notre expérience constitue à notre connaissance la première tentative de décrire l'adéquation et la précision avec laquelle les visages personnellement familiers sont représentés en mémoire.

5.3. Comparaison des deux tâches

Tout d'abord, nous pouvons noter qu'il n'y avait pas de différence pour l'identification correcte des visages originaux entre les deux tâches, ce qui signifie que, bien que la tâche de reconnaissance semble intuitivement plus difficile que celle de discrimination perceptive, les deux étaient bien comparables et les JND ont pu être calculées en partant de la même ligne de base. Pour ce qui est du rejet des photographies transformées, les sujets du groupe « reconnaissance » semblaient plus libéraux et acceptaient plus de variations dans les visages que les sujets du groupe « discrimination perceptive ». En effet, nous avons observé une tendance des participants à moins bien détecter les modifications effectuées sur leur propre visage, par rapport aux participants du groupe effectuant la tâche perceptive, et cette différence était bien claire lorsqu'il s'agissait d'un autre visage familier que le leur.

De façon consistante avec le biais trouvé pour les traits internes descendus (quelle que soit l'origine de ce biais), la comparaison entre la tâche de reconnaissance et la tâche de discrimination perceptive laisse donc entrevoir la possibilité que la mémoire pour les visages familiers ne soit pas si précise et robuste que ce que d'autres avaient laissé entendre (Ge et al., 2003 ; Tong & Nakayama, 1999). En effet, selon Tong et Nakayama (1999), notre propre visage, contrairement à des visages inconnus, bénéficierait d'une représentation robuste qui faciliterait divers processus visuels et décisionnels tout en demandant moins de ressources attentionnelles. Cependant, ces auteurs avaient utilisé un paradigme de recherche visuelle où ils comparaient les performances pour soi à celles obtenues pour des visages inconnus et cela ne nous informait en rien sur la précision de cette représentation robuste. De même, les résultats en terme de très bonnes performances en reconnaissance (performances similaires à celles obtenues dans la tâche de discrimination perceptive) trouvés par Ge et al. (2003) pourraient s'expliquer autrement que par une hyper-fidélité de la mémoire pour les visages familiers seulement limitée par l'acuité visuelle. Ainsi, la photographie de Mao qu'ils ont

utilisée est pour ainsi dire la représentation par excellence de Mao. C'est une photographie tout à fait classique avec laquelle les Chinois ont grandi et qu'ils ont rencontrée quotidiennement. Il est donc tout à fait envisageable que leur connaissance du visage de Mao soit limitée à cette photographie particulière mais qu'ils ne puissent pas généraliser cette connaissance à de nouvelles représentations de Mao. D'ailleurs, un parallèle peut être fait avec l'assertion de Tenenbaum et Griffiths (2001) selon laquelle, dans certains cas, plus petite est la variabilité des exemplaires rencontrés d'un objet, plus petite est la probabilité de pouvoir généraliser à partir de ceux-ci. Par contre, dans notre expérience, nous testions la mémoire pour des visages encodés dans des conditions tout à fait différentes : ces visages avaient été appris naturellement, en trois dimensions lors de rencontres directes, dans de nombreuses circonstances différentes. Il est donc possible que la différence entre nos résultats et ceux de Ge et al. (2003) réside dans ce paramètre essentiel. Nous ne pouvons pas exclure non plus que cette différence provienne de la nature des modifications réalisées et il est envisageable que la configuration des yeux soit mieux connue que celles des traits internes dans les visages familiers. C'est ce que semble d'ailleurs indiquer une étude de Hosie, Ellis et Haig (1988). Ces auteurs ont déplacé différents éléments faciaux sur les axes verticaux et horizontaux de deux visages célèbres et ont demandé à leurs sujets de juger à quel point ces visages modifiés différaient des visages originaux sur une échelle allant de 1 (visages identiques) à 100 (visages complètement différents). Il s'est avéré que les participants étaient très sensibles aux déplacements des yeux, de la même façon dans les deux visages. Par contre, les jugements réalisés sur les visages dont les traits internes avaient été montés ou descendus étaient plus inconsistants entre les deux visages et ce type de modification ne jouait pas de rôle déterminant dans les jugements de dissimilitude. Cependant, il faut préciser que les traits internes étaient déplacés verticalement de 3 ou 6 pixels seulement alors que les yeux étaient déplacés horizontalement de 6 ou 12 pixels ou verticalement de 5, 10 ou 15 pixels. Cela pourrait expliquer que la détection des modifications était plus aisée dans le second cas que dans le premier. Une étude plus systématique de l'effet de différentes modifications sur un même visage devrait donc pouvoir nous éclairer à ce sujet.

Quoi qu'il en soit, notre étude semble bel et bien indiquer que bien que la connaissance de notre visage et des autres visages personnellement familiers semble globalement robuste par rapport à d'autres visages moins connus (Tong & Nakayama, 1999), elle n'est toutefois pas parfaite, et que nous n'avons pas des espèces de photographies de nos proches et de nous-même stockées en mémoire auxquelles nous pouvons accéder sans effort.

5.4. Un dernier commentaire

Par ailleurs, la tendance grossière à mieux détecter le visage original de leur collègue que le leur, et cela mieux que les hommes, observée chez les femmes n'est pas totalement inintéressante puisqu'elle va dans le sens d'une étude récente de Horgan, Mast, Hall et Carter (2004). En effet, en évaluant la capacité de sujets à rappeler des caractéristiques physiques, vestimentaires et sur la position corporelle d'une cible sociale, ces auteurs ont montré que les femmes étaient plus aptes que les hommes à mémoriser l'apparence de ces cibles. Ils expliquent cela par le fait que les femmes seraient plus orientées vers les autres et plus dépendantes des relations interpersonnelles que les hommes. Ils n'excluent cependant pas l'explication selon laquelle celles-ci subiraient une pression sociale plus importante que les hommes pour attacher de l'importance à l'apparence. Les performances de nos participants présentaient donc des tendances similaires, non plus pour l'apparence générale de personnes inconnues mais pour la configuration du visage d'individus très familiers. Nous n'avons pas réalisé de croisement des sexes dans notre étude afin que la comparaison soi - autre se fasse sur des stimuli les plus équivalents possibles mais, pour investiguer plus précisément cette variable qu'est le genre du visage, une nouvelle étude pourrait évaluer la précision avec laquelle nous connaissons la configuration de visages familiers de sexe opposé.

CONCLUSION

Au cours de ce travail, nous avons appris que la reconnaissance de soi n'est pas forcément une tâche aussi simple que nous pourrions le croire de prime abord. Elle n'est possible que chez des mammifères dont l'encéphalisation est suffisamment développée. Chez l'humain, elle émerge à la faveur du développement d'un substrat cérébral et de capacités cognitives adéquates. Enfin, certaines pathologies peuvent avoir pour conséquence la disparition de cette aptitude. Par ailleurs, l'évaluation de la capacité à se reconnaître semble être un outil permettant de recueillir des informations sur des phénomènes plus complexes tels que la conscience de soi.

Notre première expérience a permis de montrer que la technique psychophysique des JND pouvait s'avérer efficace pour étudier la précision des représentations en mémoire des visages. Cependant, cette méthode suppose de ne réaliser des modifications que sur une seule dimension à la fois et est donc limitée pour l'étude des phénomènes plus complexes. En effet, notre seconde expérience a montré que la transformation par pression pseudo-cardioïdale sur des stimuli réalistes avait quelques effets, mais limités sur l'âge apparent des visages adultes. Des études ayant pour but d'investiguer spécifiquement le traitement de l'âge se devraient donc d'introduire d'autres variations, jouant sur les autres indices de l'âge.

Notre travail pratique nous a, de façon intéressante, indiqué que la reconnaissance de soi et des autres visages familiers est une tâche assez complexe (certains sujets ne semblant d'ailleurs pas y parvenir) et que la connaissance des visages personnellement familiers n'est peut-être pas si précise que nous pourrions le penser. En effet, la représentation que nous avons des visages familiers et du nôtre semble pouvoir être parasitée par des paramètres tels que leur apparence passée ou leur plausibilité relative. Ainsi, nos participants acceptaient comme le leur et comme celui de leurs comparses des visages transformés même si, d'un point de vue perceptif, ces ersatz étaient (ou avaient tendance à être) différents des visages intacts.

L'étude de la reconnaissance de soi chez l'humain a encore beaucoup à nous apprendre. De nombreuses questions, comme de savoir si notre visage bénéficie d'un traitement ou d'un substrat cérébral particulier par rapport aux autres visages ou pas, restent en suspens dans ce domaine étudié depuis seulement quelques années. Notre travail lui-même ouvre la voie à de nouvelles pistes d'exploration (détection de modifications en fonction de la pose canonique, en fonction de la familiarité du visage, etc) de ce phénomène fascinant qu'est la reconnaissance des visages familiers en général et du nôtre en particulier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akgül, A.A., & Toygar, T.U. (2002). Natural cranofacial changes in the third decade of life: A longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 122(5), 512-522.
- Amsterdam, B.K. (1972). Mirror self-image reactions before age two. *Developmental Psychobiology*, 5, 297-305.
- Anderson, J.R., & Gallup, G.G.Jr. (1997). Self-recognition in Saguinus? A critical essay. *Animal Behaviour*, 54, 1563-1567.
- Anderson, J.R., & Gallup, G.G.Jr. (1999). Self-recognition in nonhuman primates: past and future challenges. In Haug, M., & Whalen, R.E. *Animal models of human emotion and cognition*. Washington, DC: American Psychological Association, pp 175-194.
- Asendorpf, J.B., & Baudonnière, P.M. (1993). Self-awareness and other-awareness: Mirror self-recognition and synchronic imitation among unfamiliar peers. *Developmental Psychology*, 29(1), 88-95.
- Berry, D.S., & McArthur, L.Z. (1986). Perceiving character in faces: The impact of age-related craniofacial changes on social perception. *Psychological Bulletin*, 100, 3-18.
- Bertenthal, B.I., & Fischer, K.W. (1978). Development of self-recognition in the infant. *Developmental Psychology*, 14(1), 44-50.
- Bologna, S.M., & Camp, C.J. (1997). Covert versus overt self-recognition in late stage Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 3, 195-198.
- Bonnet, C. (1986). *Manuel pratique de psychophysique*. Paris: Armand Colin.
- Brady, N., Campbell, M., & Flaherty, M. (2004). My left brain and me: a dissociation in the perception of self and others. *Neuropsychologia*, 42, 1156-1161.
- Brédart, S. (2003). Recognising the usual orientation of one's own face: The role of asymmetrically located details. *Perception*, 32(7), 805-811.
- Brédart, S. (2004). Cross-modal facilitation is not specific to self-face recognition. *Consciousness & Cognition*, in press.

Brédart, S., & Young, A. (2004). Self-recognition in everyday life. *Cognitive Neuropsychiatry*, 9(3), 183-197.

Breen, N., Caine, D., & Coltheart, M. (2001). Mirrored-self misidentification: Two cases of focal onset dementia. *Neurocase*, 7(3), 239-254.

Brewer, M.B. & Lui, L.N. (1989). The primacy of age and sex in the structure of person categories. *Social Cognition*, 7(3), 262-274.

Bruce, V., Burton, M., Doyle, T., & Dench, N. (1989). Further experiments on the perception of growth in three dimensions. *Perception and Psychophysics*, 46, 528-536.

Bruce, V., & Young, A. (1998). *In the eye of the beholder: The science of face perception*. Oxford: Oxford University Press.

Burt, D.M., & Perrett, D.I. (1995). Perception of age in adult Caucasian male faces: computer graphic manipulation of shape and colour information. *Proceedings of the Royal Society*, 259, 137-143.

Courage, M.L., & Howe, M.L. (2002). From infant to child: the dynamics of cognitive change in the second year of life. *Psychological Bulletin*, 128(2), 250-277.

Craik, F.I.M., Moroz, T.M., Moscovitch, M., Stuss, D.T., Winocur, G., Tulving, E., & Kapur, S. (1999). In search of the self: A positron emission tomography study. *Psychological Science*, 10(1), 26-34.

De Ajuriaguerra, J., Strejilevitch, M., & Tissot, R. (1963). A propos de quelques conduites devant le miroir de sujets atteints de syndromes démentiels du grand âge. *Neuropsychologia*, 1, 59-73.

Delfour, F., & Marten, K. (2001). Mirror image processing in three marine mammal species: killer whales (*Orcinus orca*), false killer whales (*Pseudorca crassidens*) and California sea lions (*Zalophus californianus*). *Behavioural Processes*, 53, 181-190.

de Veer, M.W., Gallup, G.G.Jr, Theall, L.A., van den Bos, R., & Povinelli, D.J. (2003). An 8-year longitudinal study of mirror self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Neuropsychologia*, 41, 229-234.

Ellis, H.D., & Lewis, M.B. (2001). Capgras delusion : a window on face recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(4), 149-156.

Furnham, A., Mistry, D., & McClelland, A. (2004). The influence of age of the face and the waist to hip ratio on judgements of female attractiveness and traits. *Personality and Individual Differences*, 36, 1171-1185.

- Gallup, G.G.Jr. (1970). Chimpanzees: Self-recognition. *Science*, 167, 86-87.
- Gallup, G.G.Jr. (1998). Self-awareness and the evolution of social intelligence. *Behavioural Processes*, 42, 239-247.
- Gallup, G.G.Jr, Anderson, J.L., & Shillito, D.P. (2002). The mirror test. In Bekoff, M., Allen, C. & Burghardt, G.M. *The cognitive animal: Empirical and theoretical perspectives on animal cognition*. University of Chicago Press, pp 325-333.
- Ge, L., Luo, J., Nishimura, M., & Lee, K. (2003). The lasting impression of Chairman Mao: Hyperfidelity of familiar-face memory. *Perception*, 32(5), 601-614.
- Geldart, S., Maurer, D., & Henderson, H. (1999). Effects of the height of the internal features of faces on adults' aesthetic ratings and 5-month-olds' looking times. *Perception*, 28(7), 839-850.
- George, P.A., & Hole, G.J. (1995). Factors influencing the accuracy of age estimates of unfamiliar faces. *Perception*, 24(9), 1059-1073.
- George, P.A., & Hole, G.J. (1998a). Recognising the ageing face: the role of age in face processing. *Perception*, 27(9), 1123-1134.
- George, P.A., & Hole, G.J. (1998b). The influence of feature-based information in the age processing of unfamiliar faces. *Perception*, 27(3), 295-312.
- George, P.A., & Hole, G.J. (2000). The role of spatial and surface cues in the age-processing of unfamiliar faces. *Visual Cognition*, 7(4), 485-509.
- Gregory, R. (2001). Seeing oneself. *Perception*, 30(8), 903-904.
- Grewal, R.P. (1994). Self-recognition in dementia of the Alzheimer type. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 1009-1010.
- Herschkowitz, N. (2000). Neurological bases of behavioral development in infancy. *Brain & Development*, 22, 411-416.
- Hosie, J.A., Ellis, H.D., & Haig, N.D. (1988). The effect of feature displacement on the perception of well-known faces. *Perception*, 17(4), 461-474.
- Heyes, C.M. (1994). Reflections on self-recognition in primates. *Animal Behaviour*, 47, 909-919.

Horgan, T.G., Mast, M.S., Hall, J.A., & Carter, J.D. (2004). Gender differences in memory for the appearance of others. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 30(2), 185-196.

Ishi, H., Gyoba, J., Kamachi, M., Mukaida, S., & Akamatsu, S. (2004). Analyses of facial attractiveness on feminised and juvenilised faces. *Perception*, 33(2), 135-145.

Jeannerod, M. (2003a). Les troubles de la reconnaissance de soi: une approche neuropsychologique des symptômes positifs de la schizophrénie. *Medecine Sciences*, 19, 621-624.

Jeannerod, M. (2003b). The mechanism of self-recognition in humans. *Behavioural Brain Research*, 142, 1-15.

Johnson, D.B. (1983). Self-recognition in infants. *Infant Behavior & Development*, 6, 211-222.

Johnson, S.C., Baxter, L.C., Wilder, L.S., Pipe, J.G., Heiserman, J.E., & Prigatano, G.P. (2002). Neural correlates of self-reflection. *Brain*, 125, 1808-1814.

Keating, C.F., & Bai, D.L. (1986). Children's attributions of social dominance from facial cues. *Child Development*, 57, 1269-1276.

Keenan, J.P., Freund, S., Hamilton, R.H., Ganis, G., & Pascual-Leone, A. (2000a). Hand response differences in a self-face identification task. *Neuropsychologia*, 38, 1047-1053.

Keenan, J.P., Gallup, G.G.Jr., & Falk, D. (2003a). *The face in the mirror: The search for the origin of consciousness*. New York: Ecco.

Keenan, J.P., McCutcheon, B., Freund, S., Gallup, G.G.Jr., Sanders, G., & Pascual-Leone, A. (1999). Left hand advantage in a self-face recognition task. *Neuropsychologia*, 37, 1421-1425.

Keenan, J.P., Nelson, A., O'Connor, M., & Pascual-Leone, A. (2001). Self-recognition and the right hemisphere. *Nature*, 409, 305.

Keenan, J.P., Wheeler, M.A., Gallup, G.G.Jr., & Pascual-Leone, A. (2000b). Self-recognition and the right prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(9), 338-344.

Keenan, J.P., Wheeler, M.A., Platek, S.M., Lardi, G., & Lassonde, M. (2003b). Self-face processing in a callosotomy patient. *European Journal of Neuroscience*, 18, 2391-2395.

Kelley, W.M., Macrae, C.N., Wyland, C.L., Caglar, S., Inati, S., & Heatherton, T.F. (2002). Finding the Self? An event-related fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(5), 785-794.

Kircher, T.T.J., Senior, C., Phillips, M.L., Benson, P.J., Bullmore, E.T., Brammer, M., Simmons, A., Williams, S.C.R., Bartels, M., & David, A.S. (2000). Towards a functional neuroanatomy of self processing: effects of faces and words. *Cognitive Brain Research*, 10, 133-144.

Kircher, T.T.J., Senior, C., Phillips, M.L., Rabe-Hesketh, S., Benson, P.J., Bullmore, E.T., Brammer, M., Simmons, A., Bartels, M., & David, A.S. (2001). Recognizing one's own face. *Cognition*, 78, B1-B15.

Kitchen, A., Denton, D., & Brent, L. (1996). Self-recognition and abstraction abilities in the common chimpanzee studied with distorting mirrors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93, 7405-7408.

Laeng, B., & Rouw, R. (2001). Canonical views of faces and the cerebral hemispheres. *Laterality*, 6(3), 193-224.

Legerstee, M., Anderson, D., & Schaffer, A. (1998). Five- and eight-month-old infants recognize their faces and voices as familiar and social stimuli. *Child Development*, 69(1), 37-50.

Lin, A.C., Bard, K.A., & Anderson, J.R. (1992). Development of self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 106(2), 120-127.

Mark, L.S., Pittenger, J.B., Hines, H., Carello, C., Shaw, R.E., & Todd, J.T. (1980). Wrinkling and head shape as coordinated sources of age-level information. *Perception and Psychophysics*, 27, 117-124.

Mark, L.S., Shapiro, B.A., & Shaw, R.E. (1986). Structural support for the perception of growth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 149-159.

Mark, L.S., Shaw, R.E., Pittenger, J.B. (1988). Natural constraints, scales of analysis, and information for the perception of growing faces. In Alley, T.R. *Social and applied aspects of perceiving faces*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, pp 11-49.

Mark, L.S., & Todd, J.T. (1983). The perception of growth in three dimensions. *Perception and Psychophysics*, 33, 193-196.

Mark, L.S., & Todd, J.T. (1985). Describing geometric information about human growth in terms of geometric invariants. *Perception and Psychophysics*, 37, 249-256.

Marten, K., & Psarakos, S. (1995). Evidence of self-awareness in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). In Parker, S.T., Mitchell, R.W., & Boccia, M.L. *Self-awareness in Animals and Humans: Developmental Perspectives*. New York: Cambridge University Press, pp 361-379.

McArthur, L.Z., & Berry, D.S. (1987). Cross-cultural agreement in perceptions of babyfaced adults. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 18(2), 165-192.

McCabe, V. (1984). Abstract perceptual information for age level: a risk factor for maltreatment? *Child Development*, 55, 267-276.

McNeill, D. (1998). *The Face*. Boston: Little, Brown & Company.

Mita, T.H., Dermer, M., & Knight, J. (1977). Reversed facial images and the mere-exposure hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35, 8, 597-601.

Mitchell, R.W. (1997). Kinesthetic-visual matching and the self-concept as explanations of mirror-self-recognition. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 27(1), 17-39.

Molchan, S.E., Martinez, R.A., Lawlor, B.A., Grafman, J.H., & Sunderland, T. (1990). Reflections of the self: atypical misidentification and delusional syndromes in two patients with Alzheimer's disease. *British Journal of Psychiatry*, 157, 605-608.

Montepare, J.M., & McArthur, L.Z. (1986). The influence of facial characteristics on children's age perceptions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 42, 303-314.

Montepare, J.M., & Zebrowitz, L.A. (1998). Person perception comes of age: the salience and significance of age in social judgments. *Advances in Experimental Social Psychology*, 30, 93-161.

Morin, A. (2002). Right hemispheric self-awareness: A critical assessment. *Consciousness & Cognition*, 11(3), 396-401.

Morin, A. (2003a). Let's face it. *Evolutionary Psychology*, 1, 161-171.

Morin, A. (2003b). The self and its brain: A critical examination of "The Face in the Mirror". *Science & Consciousness Review*, 1, 1-10.

Nielsen, M., Dissanayake, C., & Kashima, Y. (2003). A longitudinal investigation of self-other discrimination and the emergence of mirror self-recognition. *Infant Behavior & Development*, 26, 213-226.

Ninomiya, H., Onitsuka, T., Chen, C.H., Sato, E., & Tashiro, N. (1998). P300 in response to the subject's own face. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 52(5), 519-522.

Northoff, G., & Bermpohl, F. (2004). Cortical midline structures and the self. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(3), 102-107.

Phillips, M.L., Howard, R., & David, A.S. (1996). "Mirror, mirror on the wall, who...?": Towards a model of visual self-recognition. *Cognitive Neuropsychiatry*, 1(2), 153-164.

Pittenger, J.B., & Shaw, R.E. (1975a). Aging faces as viscal-elastic events: Implications for a theory of nonrigid shape perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 374-382.

Pittenger, J.B., & Shaw, R.E. (1975b). Perception of relative and absolute age in facial photographs. *Perception and Psychophysics*, 18, 137-143.

Pittenger, J.B., Shaw, R.E., & Mark, S.L. (1979). Perceptual information for the age level of faces as a higher order invariant of growth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 478-493.

Platek, S.M., Critton, S.R., Myers, T.E., & Gallup, G.G.Jr. (2003a). Contagious yawning: the role of self-awareness and mental state attribution. *Cognitive Brain Research*, 17, 223-227.

Platek, S.M., & Gallup, G.G.Jr. (2002). Self-face recognition is affected by schizotypal personality traits. *Schizophrenia Research*, 57, 81-85.

Platek, S.M., Keenan, J.P., Gallup, G.G.Jr., & Mohamed, F.B. (2004a). Where am I? The neurological correlates of self and other. *Cognitive Brain Research*, 19, 114-122.

Platek, S.M., Myers, T.E., Critton, S.R., & Gallup, G.G.Jr. (2003b). A left-hand advantage for self-description: the impact of schizotypal personality traits. *Schizophrenia Research*, 65, 147-151.

Platek, S.M., Thomson, J.W., & Gallup, G.G.Jr. (2004b). Cross-modal self-recognition: The role of visual, auditory, and olfactory primes. *Consciousness & Cognition*, 13(1), 197-210.

Povinelli, D.J. (1989). Failure to find self-recognition in Asian elephants (*Elephas maximus*) in contrast to their use of mirror cues to discover hidden food. *Journal of Comparative Psychology*, 103(2), 122-131.

Povinelli, D.J., Landau, K.R., & Perilloux, H.K. (1996). Self-recognition in young children using delayed versus live feedback: Evidence of a developmental asynchrony. *Child Development*, 67, 1540-1554.

Povinelli, D.J., Rulf, A.B., & Bierschwale, D.T. (1994). Absence of knowledge attribution and self-recognition in young chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 108(1), 74-80.

Reiss, D., & Marino, L. (2001). Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(10), 5937-5942.

Rhodes, G. (1986). Memory for lateral asymmetries in well-known faces: Evidence for configural information in memory representations of faces. *Memory & Cognition*, 14(3), 209-219.

Rochat, P. (1998). Self-perception and action in infancy. *Experimental Brain Research*, 123, 102-109.

Rochat, P., & Striano, T. (2002). Who's in the mirror? Self-other discrimination in specular images by four- and nine-month-old infants. *Child Development*, 73(1), 35-46.

Spangenberg, K.B., Wagner, M.T., & Bachman, D.L. (1998). Neuropsychological analysis of a case of abrupt onset mirror sign following a hypotensive crisis in a patient with vascular dementia. *Neurocase*, 4, 149-154.

Sperry, R.W., Zaidel, E., & Zaidel, D. (1979). Self recognition and social awareness in the disconnected minor hemisphere. *Neuropsychologia*, 17, 153-166.

Suarez, S.D., & Gallup, G.G.Jr. (1981). Self-recognition in chimpanzees and orangutans, but not gorillas. *Journal of Human Evolution*, 10, 175-188.

Suddendorf, T. (1999). Children's understanding of the relation between delayed video representation and current reality: A test for self-awareness? *Journal of Experimental Child Psychology*, 72, 157-176.

Suddendorf, T., & Whiten, A. (2001). Mental evolution and development: Evidence for secondary representation in children, great apes, and others animals. *Psychological Bulletin*, 127(5), 629-650.

Sugiura, M., Kawashima, R., Nakamura, K., Okada, K., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Itoh, K., Kojima, S., & Fukuda, H. (2000). Passive and active recognition of one's own face. *NeuroImage*, 11, 36-48.

Tenenbaum, J.B., & Griffiths, T.L. (2001). Generalization, similarity, and Bayesian inference. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 629-640.

Thompson, P. (2002). Eyes wide apart: Overestimating interpupillary distance. *Perception*, 31(6), 651-656.

Tong, F., & Nakayama, K. (1999). Robust representations for faces: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(4), 1016-1035.

Troje, N., & Kersten, D. (1999). Viewpoint-dependent recognition of familiar faces. *Perception*, 28, 483-487.

Turk, D.J., Heatherton, T.F., Kelley, W.M., Funnell, M.G., Gazzaniga, M.S., & Macrae, C.N. (2002). Mike or me? Self-recognition in a split-brain patient. *Nature Neuroscience*, 5(9), 841-842.

Veale, D., & Riley, S. (2001). Mirror, mirror on the wall, who is the ugliest of them all? The psychopathology of mirror gazing in body dysmorphic disorder. *Behaviour Research and Therapy*, 39, 1381-1393.

Young, A.W., Reid, I., Wright, S., & Hellawell, D.J. (1993). Face-processing impairments and the Capgras delusion. *British Journal of Psychiatry*, 162, 695-698.

Zazzo, R. (1993). *Reflets de miroir et autres doubles*. Paris: Presses Universitaires de France.

Zebrowitz, L.A., Kendall-Tackett, K., & Fafel, J. (1991). The influence of children's facial maturity on parental expectations and punishments. *Journal of Experimental Child Psychology*, 52, 221-238.

Zebrowitz, L.A., & Montepare, J.M. (1992). Impressions of babyfaced individuals across the life span. *Developmental Psychology*, 28(6), 1143-1152.